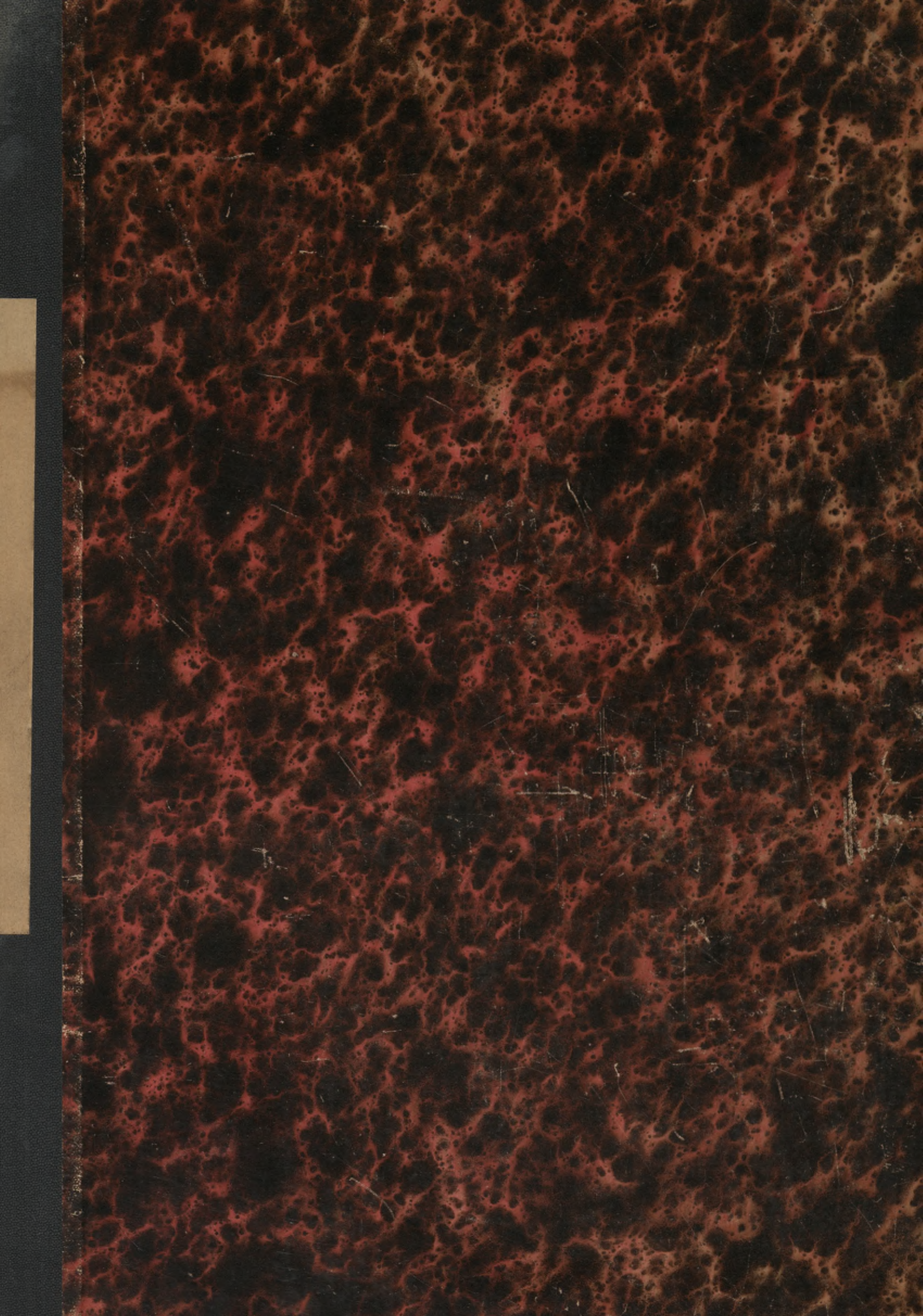




Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305856

Handwritten text, possibly a title or heading, which is mostly illegible due to fading and bleed-through. It appears to contain the word "Monteideo".

Sonderabdruck

aus der

Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen.

1896, Heft 5 und 6.



III 33519

F. Nr. 22 288



Die

Hafenanlage für Montevideo.

Von

Hans Arnold,

Professor für Wasserbau

an der Königlichen Technischen Hochschule in Hannover.

(Vorgetragen in der gemeinschaftlichen Versammlung des Architekten- und Ingenieur-Vereins und des Bezirksvereins deutscher Ingenieure in Hannover, am 25. März 1896.)

Mit Zeichnungen auf Blatt 1–6.

Die Hafenanlage für Montevideo, der Hauptstadt der südamerikanischen Republik Uruguay, hat in weiteren Kreisen Beachtung gefunden durch die Uebertragung der Hafenstudien, Vorarbeiten und Projektverfassung an eine deutsche Firma, sowie durch die Berufung deutscher Techniker einerseits zur Ausführung genannter Arbeiten und andererseits zur Begutachtung derselben; — denn es knüpfte sich daran die Aussicht, für die deutsche Industrie und das deutsche Kapital ein neues überseeisches Arbeitsfeld zu gewinnen.

Die Republica Oriental del Uruguay ist nach Ueberwindung der Spekulations-Krisis der Jahre 1890 und 1891, unter Aufrechterhaltung der gefährdeten Goldwährung, z. Z. wieder im wirthschaftlichen

Aufschwunge begriffen; sie hat jedoch auf ihrer 186 000 qkm grossen Gebietsfläche erst 825 000 Einwohner, welche Viehzucht, Ackerbau und Handel treiben und naturgemäss eine noch schwache, schwer zu nutzende Steuerkraft bilden; die Staatsbedürfnisse müssen daher hauptsächlich durch ergiebige und leicht einziehbare Zölle gedeckt werden. Da aber von den Zolleinnahmen 45 % zu Gunsten der Staatsschulden verpfändet sind, sah man sich neuerdings genöthigt, dazu noch eine unabhängigere Geldquelle, in Form einer besonderen Handels-Umsatzsteuer zu erschliessen.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen dürfte eine Staatsanleihe für den Hafenbau wohl schwerlich zu beschaffen sein, so dass das Bestreben nach Lösung

der im Landesinteresse wichtigen Hafenfrage nur mit Hülfe einer thatkräftigen Unternehmung Erfolg versprechend erscheint.

Diese selbstredend unter Staatsaufsicht gestellte Unternehmung wird auf eine solide, einfache und praktische Gesamtanlage mit schrittweisem inneren Ausbau und eine kaufmännische Ausnutzung des Hafens Gewicht zu legen haben, um durch die aufzubringenden Hafengelder, Umschlagsgebühren, Lagerplatz- und Schuppenmieten ihre Rechnung zu finden; wobei allerdings eine gewisse Grösse des örtlichen Schiffsverkehrs und Güterumschlages Vorbedingung bleibt.

Die natürliche Lage der über 200 000 Einwohner zählenden Hafenstadt Montevideo, am Eingange der La Plata-Bucht, ist gleich günstig für die überseeische Grossschiffahrt (s. Textfig. 1) und die weiter buchteinwärts nach Buenos-Aires, sowie nach dem Paraná und Uruguay gehende Flussschiffahrt (siehe Bl. 1), wie auch für die kleine Küstenschiffahrt; — es sind deshalb die Verkehrsgrößen für die dortigen Verhältnisse schon heute bedeutend und bei den jetzt durch 15 regelmässige Dampferlinien vermittelten, sich immer reger gestaltenden europäischen Handelsbeziehungen mit den La Plata-Staaten einer rascheren Entwicklung fähig, sobald Montevideo einen leicht anzulaufenden, geschützten Hafen mit zeitgemässen Lösch- und Ladeeinrichtungen für grosse Schiffe erhält.

I.

Den jetzigen Hafen von Montevideo bildet die Bucht gleichen Namens, welche an der Nordküste des Rio de la Plata $34^{\circ} 54'$ südlicher Breite und $56^{\circ} 13'$ westlicher Länge (oder — 5 Stunden Mitteleuropäische Zeit) liegt (s. Bl. 1); ihre Form ähnelt einer Ellipse, deren grosse Achse nach West-Nordwest gerichtet etwa $4,5 \text{ km}$ Länge und deren kleine

Achse nach Nord-Nordost gerichtet etwa $3,5 \text{ km}$ Länge besitzt (s. Bl. 3); sie hat nach Süd-Südwest eine $2,5 \text{ km}$ breite Oeffnung, welche in West-Nordwest von der felsigen Küste bei Punta del Rodeo, am Fusse des 139 m hohen Bergkegels Cerro, und in Ost-Südost von der 2 km nach West-Südwest vorspringenden, 1 km breiten Granithalbinsel — auf der die Stadt erbaut ist — begrenzt wird.

Die westliche Küste verläuft von Punta del Rodeo südlich in eingebuchtetem Bogen bis zu der vorspringenden Felsenzunge Cibils, welcher bis 1 km seewärts die Felsgruppen Piedras blancas mit ihren bei Niedrigwasser sichtbar werdenden Quarz-

kuppen vorge-

lagert sind. Diese Felsen liegen $3,5 \text{ km}$ westlich vom Kopfe der städtischen Halbinsel entfernt und begrenzen den äusseren, nach Süden offenen Buchteneingang, vor dem sich 3 km südlich die Rhede für die grossen Schiffe befindet.

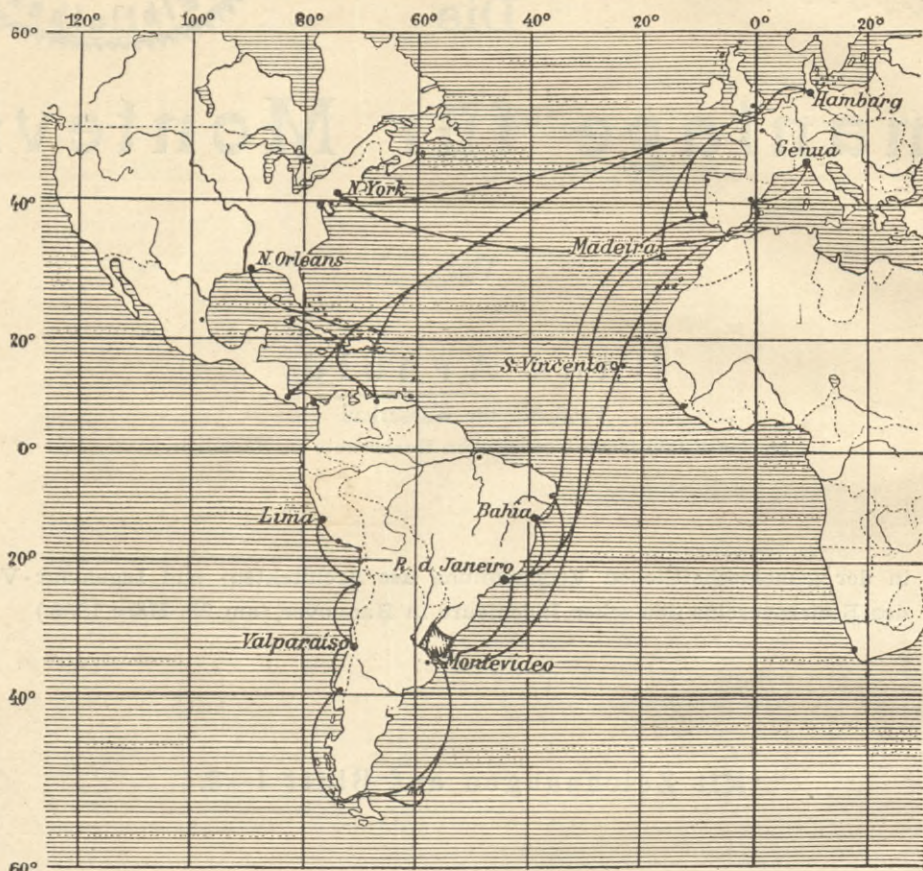
Der Wasserwechsel ist gering und hauptsächlich von den Winden beeinflusst, welche rasch einsetzen und auch rasch umspringen, dabei oft ein Steigen oder Fallen um 2 m verursachen und einen Seegang mit kurzen, bis 2 m

hohen Wellen erzeugen. Die heftigsten Winde wehen aus West, Südwest, Süd und Südost, von denen die Südwest-Winde, Pamperos genannt, und die Südost-Winde, Suestadas genannt, die gefürchtetsten sind.

Die Rhede ist völlig frei, allen Winden, Wellen und Strömungen ausgesetzt; infolge des durchweg schlammigen Ankergrundes vertreiben daher die Schiffe bei den starken südlichen Winden leicht nach Land zu, auch liegt die Gefahr nahe, dass sie auf die untiefen Felsen des Roca Tagus gerathen.

Die Bucht wird zumeist von den Südwest- und Südwinden beunruhigt; gegen die Westwinde ist sie durch den Cerro, sowie Cibils und Piedras blancas und gegen die Südostwinde durch die Halbinsel der Stadt geschützt. Aus diesem Grunde

Fig. 1. Ueberseeische Verkehrslinien.



sind auch die staatlichen Uferkajen mit den Zollgebäuden und die privaten Landebrücken und Waarenschuppen an der Nordseite der Stadt, als ruhigste Stelle der inneren Bucht, angelegt. Inmitten dieses Buchtheiles befindet sich 1 km nördlich der Kajen und auch 1 km vom östlichen Ufer entfernt die schon bei Mittelwasser sichtbare Felsgruppe Roca de la Familia; ihr Gegenstück im westlichen Theile der Bucht bildet die zur Petroleumlagerung benutzte Insel de Ratas. Es kommen aber noch verschiedentlich untiefe Felsen in der Bucht zerstreut vor, insbesondere umlagern solche auch den Kopf und die Südseite der

städtischen Halbinsel und tragen das ihrige zum malerisch großartigen Aufschäumen der Brandungswellen bei, gegen welche stellenweise hohe Schutzmauern erbaut sind.

Auch in der Bucht ist überall schlammiger Untergrund vorhanden, nur an den Rändern derselben findet man Sand und theilweise auch Felsen.

Die Rhede hat bei Niedrigwasser mindestens — 7,0 m Wassertiefe; von da steigt der schlammige Meeresboden allmählich gegen die Bucht unter etwa 1:1500 bis — 5,0 m, welche Tiefenlinie im äußeren Buchteingange liegt; weiter nach dem

Fig. 2. Hölzerne Landebrücken beim Zollhaus. — Ausblick auf Bucht und Cerro.



inneren Buchteingange zu beträgt die Sohlensteigung etwa 1:1200 bis — 4,0 m, während in dem als Hafen anzusehenden Theile der inneren Bucht, nördlich der Stadt, die Sohle ostwärts bis — 3,0 m unter 1:700, bis — 2,0 m unter 1:600, bis — 1,0 m unter 1:500 und bis ± 0 unter etwa 1:150 ansteigt.

Da der gewöhnliche Wasserstand zwischen +0,45 m und +1,50 m schwankt, ergeben diese Tiefenverhältnisse, dass nur Schiffe mit geringem Tiefgang — also nur die Küstenfahrer — in den Hafenthail der inneren Bucht gelangen und von diesen wieder nur die

kleinsten an den hölzernen Landebrücken anlegen können (s. auch Textfigur 2), während alle größeren Schiffe von 4,5 m Tiefgang an außerhalb der Bucht und die bis 7,0 m tiefgehenden Ozeanfahrer auf der äußeren Rhede ankern müssen.

Der Verkehr zwischen den auf der Rhede, sowie den außerhalb oder innerhalb der Bucht ankernden Schiffen und den Uferkajen der Stadt, also auch alles Löschen und Laden der Güter, muss demnach mit Booten und Leichterfahrzeugen geschehen, — was nicht allein zeitraubend, sondern auch sehr kostspielig ist. Es betragen nämlich die Lösch- und Ladekosten

zwischen der Aufsenrhede und Stadtkaje für 1 Gewichtstonne:

an Leichtertransport	6,00 <i>M</i> ,
„ Umladegebühr an der Kaje	1,75 „
zusammen	7,75 <i>M</i> ,

während die Frachtkosten von Europa bis Montevideo für 1^t nur etwa 12,00 *M* ausmachen.

Dazu kommt aber noch, dass schon bei schwachen Winden auf der Rhede, wegen der kurzen Wellen, ein starkes Schwanken der Schiffe eintritt, wodurch der Leichterdienst bei dem ziemlich rasch erfolgenden Wetterwechsel gefährlich und bei unruhigem Wetter ganz unmöglich wird. Aus diesem Grunde ist der Lösch- und Ladeverkehr durchschnittlich an 120 Tagen im Jahre unausführbar; im Jahre 1890 musste sogar an 152 Tagen gefeiert werden! Dadurch wird auch der Aufenthalt der großen Schiffe im Hafen wesentlich verzögert und deren Liegegeld ungebührlich vertheuert, weil man dieses nach der Schiffsgröfse in Registertonnen berechnet, während im Allgemeinen nur ein kleiner Theil davon in Montevideo zum Umschlag gelangt.

Für die Reparatur gröfserer Schiffe sind zwei im Privatbesitze befindliche, gemauerte Trockendocks vorhanden. — Das an der Westseite der Bucht (s. Bl. 3) erbaute Dock Cibils hat — 5,0^m Drenpeltiefe, 17,0^m Einfahrtsweite und 137,0^m Kammerlänge; letztere ist 2theilig eingerichtet und kann auch in Längen von 78,0^m und 58,0^m benutzt werden. — Das zweite Dock Maua liegt an der Südseite der Stadt; es besitzt — 3,0^m Drenpeltiefe, 15,8^m Einfahrtsweite und 82,5^m Kammerlänge.

Kleinere Schiffe, besonders die Schlepper, Schuten und Boote der Leichterflotte, können auf der am Kopfe der städtischen Halbinsel gelegenen Privatwerft Lussich reparirt werden; sie hat einen einfachen Helling, auf dem auch Neubauten ausgeführt werden (s. auch Bl. 5).

Neben den Schwierigkeiten und Kosten des Lösch- und Ladeverkehrs zu Wasser bestehen solche auch

auf dem Lande, insofern die aus dem Inneren des Landes mit der Eisenbahn ankommenden Güter vom Bahnhofe nach den Landebrücken, Schuppen oder Packhäusern mittels Wagen gefahren werden müssen (s. Textfigur 2), da eine Gleisverbindung mit den Uferkajen fehlt und im jetzigen Zustande der letzteren schwierig herzustellen ist. Es kostet beispielsweise dieser Wagentransport für 1^t (= 10 Sack) ungespreste Schafwolle 4,35 *M*.

Zu bemerken ist noch, dass am westlichen Anfange der Hafenkaje zunächst das Zollhaus und die staatlichen Waarenspeicher liegen und weiter östlich sich buchteinwärts die privaten Landebrücken und Schuppen anschließen, während an der Ostseite der Bucht der Hauptbahnhof erbaut wird, dessen Einfahrtsgleise mit dem östlichen Ufer parallel laufen (s. Bl. 3).

Das 1600^{km} umfassende Eisenbahnnetz Uruguays befindet sich durchweg in englischen Händen; die Bahn und das rollende Material sind in gutem Zustande und entsprechen europäischen Anforderungen, dagegen wird für Sicherungen und Bahnhofsausstattungen weniger gethan.

In Montevideo vereinigt sich der gesammte Handel des Landes; der nach Registertonnen angegebene Schiffsverkehr ist jedoch vielmals gröfser als der Güterverkehr, weil fast alle Seeschiffe, welche von Europa und Nordamerika nach dem La Plata oder weiter südlich und nach der Westküste gehen (s. Textfigur 1), in Hin- und Rückfahrt Montevideo anlaufen, aber von ihrer Ladung verhältnismäfsig nur geringe Gütermengen daselbst umschlagen. Auch die Küstenfahrer lassen und nehmen in Montevideo zumeist nur Theilladungen.

Nach verschiedentlichen vergleichenden Zusammenstellungen kann durchschnittlich angenommen werden, dass die überseeische Grossschiffahrt 10% bis 12% und die Küstenschiffahrt 25% bis 30% ihres Gehaltes an Registertonnen in Gewichtstonnen in Montevideo umsetzt.

Den jährlichen Verkehr an ein- und ausgegangenen Schiffen veranschaulichen folgende Beispiele:

a) Im Jahre 1891.

A r t	D a m p f e r			S e g l e r			Z u s a m m e n	
	Anzahl	Gesamt-Gehalt	durchschnittl. Gehalt	Anzahl	Gesamt-Gehalt	durchschnittl. Gehalt	Anzahl	Gesamt-Gehalt
		Registertonnen			Registertonnen			Registertonnen
Grossschiffahrt	2 282	4 016 256	1 760	1 034	589 699	570	3 316	4 605 955
Küstenschiffahrt	1 587	744 557	470	3 189	123 790	39	4 776	868 347
Zusammen	3 869	4 760 813	—	4 223	713 489	—	8 092	5 474 302

Hiernach berechnet sich der wahrscheinliche Güterumschlag in Gewichtstonnen für die

Grossschiffahrt zu 460 600^t bis 552 700^t,
Küstenschiffahrt zu ... 217 100^t „ 260 500^t,
also zusammen zu 677 700^t bis 813 200^t.

b) I m J a h r e 1894.

A r t	D a m p f e r			S e g l e r			Z u s a m m e n	
	Anzahl	Gesamt- Gehalt	durch- schnittl. Gehalt	Anzahl	Gesamt- Gehalt	durch- schnittl. Gehalt	Anzahl	Gesamt- Gehalt
		Registertonnen			Registertonnen			Registertonnen
Großschiffahrt	2 772	4 851 168	1 750	908	604 497	666	3 680	5 455 665
Küstenschiffahrt	1 783	1 034 591	580	3 122	106 235	34	4 905	1 140 826
Zusammen.....	4 555	5 885 759	—	4 030	710 732	—	8 585	6 596 491

Hiernach ergibt sich der wahrscheinliche Güterumsatz für die

Großschiffahrt zu 545 600^t bis 654 700^t;

Küstenschiffahrt zu 285 200^t „ 342 200^t;

also zusammen zu 830 800^t bis 996 900^t.

Der Werth der jährlich umgeschlagenen Handels-
güter dürfte jetzt etwa 250 000 000 *M* erreichen, worin
sich Einfuhr und Ausfuhr ungefähr das Gleichgewicht
halten; es entfallen somit auf den Kopf der Be-
völkerung 300 *M*.

Die Ausfuhr Uruguays besteht aus Erzeugnissen
der Viehzucht und des Ackerbaues, für welche das
sanft hügelige, ziemlich gut bewässerte und klimatisch
angenehme Land vornehmlich geeignet ist.

Die Hauptausfuhrartikel betrugen im Durchschnitt
von 1881 bis 1890 jährlich:

- 1) Schafwolle, gepresst, 60 000 Ballen
mit 28 000^t;
- 2) Schaffelle 6 000^t;
- 3) Häute, getrocknet u. gesalzen . . . 1 840 000 Stück,
- 4) Fleisch, „ „ „ 36 500^t;
- 5) Fleischextrakt 560^t;
- 6) Fett und Talg 16 730^t;
- 7) Kunstdünger 7 720^t;
- 8) Lebendes Vieh (?)
- 9) Heu 165 000 Ball.,
- 10) Mais 7 900^t;
- 11) Mehl 5 000^t;
- 12) Steine 250 000^t.

Die Getreideausfuhr entwickelte sich erst in den
letzten Jahren und betrug i. J. 1894 etwa 160 000^t.

Die wichtigsten Einfuhrartikel werden für den
10jährigen Durchschnitt, vor der Spekulationszeit
1888—1890, wie folgt angegeben:

- 1) Kohlen 84 000^t;
- 2) Holz, 90 000^{cbm} mit 68 000^t;
- 3) Salz 32 000^t;
- 4) Spirituosen 30 000^t;
- 5) Zucker 16 000^t;
- 6) Petroleum 7 000^t;
- 7) Kurzwaaren 1 400^t;
- 8) Eisen 9 500^t;
- 9) Marmor 20 000^t;
- 10) Cement 7 600^t.

II.

Aus den geschilderten ungünstigen Lös- und
Ladeverhältnissen heraus hat sich das Bedürfnis nach
einer zweckmäßigeren Umgestaltung derselben immer
fühlbarer gemacht, je mehr sich der Schiffs- und
Güterverkehr entwickelte.

Es entstanden daher im Laufe der Jahre eine
größere Anzahl Hafenprojekte, denen zumeist die
technischen und wirthschaftlichen Grundlagen fehlten
und die nur Spekulationszwecken dienen sollten. —
Einige Projekte waren dagegen von Fachleuten aus-
gearbeitet und durchaus ernst zu nehmen; sie lieferten
theilweise beachtenswerthe Vorstudien und trugen zur
Klärung der Ansichten bei über die Anforderungen,
welche man an eine Hafenanlage in Montevideo zu
stellen habe. Ueber diese Projekte ist viel berathen
und geschrieben worden; man verlief sich dabei in
weitläufige theoretische Betrachtungen und in Vergleiche
mit allen möglichen Häfen, die mit den Verhältnissen
Montevideos wenig gemein hatten, — ohne zu einem
brauchbaren Ergebnisse zu gelangen.

Da vereinbarte die Regierung mit den Kammern
ein Gesetz, nach welchem die im Landesinteresse ge-
legene Hafenfrage durch eine Kommission — be-
stehend aus 6 inländischen Ingenieuren, 1 Advokaten und
1 Arzt, sowie 1 oder 2 ausländischen Sachverständigen —
studirt und entschieden werden sollte; wobei die fach-
männische Ausführung der Hafenstudien und Vor-
arbeiten, sowie die Aufstellung eines Projektes auch
einer zuverlässigen Unternehmung übertragen werden
könne.

Die uruguayische Regierung entschied sich zunächst
für die Gewinnung einer Unternehmung; nach mehr-
fachen Umfragen und den eingegangenen Forderungen
einer Anzahl bekannter europäischer Unternehmer-Firmen
wählte sie die deutsche Firma G. Luther in Braun-
schweig, welche bereits die mechanischen Lös- und
Ladevorrichtungen für den Hafen in La Plata geliefert
hat und z. Z. die schwierigen Wasserbauarbeiten zur
„Regulirung der Donau-Katarakte zwischen Stenka und
dem Eisernen Thor“ (s. 1895, S. 453) im Vereine mit der
Diskontogesellschaft in Berlin ausführt. Bei den
gegenseitigen Unterhandlungen drückte die uruguay-
sche Regierung den Wunsch aus, der Firma auch
den Hafenbau mit der erforderlichen Geldbeschaffung
anzuvertrauen; diese erklärte sich dazu bereit, sofern

die wirthschaftlichen Voraussetzungen zuträfen und ihr daraufhin bearbeitetes Projekt die Billigung der Hafenkommission und die Genehmigung seitens der Landeskammern erhalten würde.

Um in der Beurtheilung der örtlichen Verhältnisse bezüglich der Schifffahrts- und Handelsbedürfnisse, sowie der Bauausführung und Kosten sicher zu gehen, berief die Firma G. Luther zur Leitung der von ihr übernommenen Arbeiten, sowie zur Aufstellung des Projektes den ihr wohlbekannten holländischen Wasserbau-Ingenieur Hermann Waldorp, der bereits 6 Jahre beim Bau des Hafens in La Plata thätig war und demzufolge mit Land und Leuten, sowie mit der Sprache vorzüglich vertraut ist, — und den Verfasser, der seine Erfahrungen auf eine 8jährige Thätigkeit bei den Marine-Hafenbauten in Wilhelmshaven stützt.

Ferner liefs die Firma G. Luther der uruguayischen Regierung mittheilen, dass sie nach Genehmigung ihres Projektes auch noch den Ober-Baudirektor L. Franzius in Bremen und den Geheimen Marine-Baurath G. Franzius in Kiel zuziehen würde, um in Berücksichtigung der aufzubringenden Gelder diejenigen Bau-Vorschläge begutachten zu lassen, welche im Rahmen des Projektes technisch und wirthschaftlich nothwendig erscheinen, — und welche dann die Grundlage für die endgültigen Vereinbarungen des zu übernehmenden Hafenbaues zu bilden hätten.

Seitens der uruguayischen Regierung wurden 2 ausländische Mitglieder in die Hafenkommission berufen und zwar, auf Vorschlag der französischen Regierung: der Hafenbau-Oberingenieur M. Vetillard in Havre, der sogleich vom Beginne der Arbeiten an in Montevideo sein sollte, — und auf Vorschlag der preussischen Regierung: der Geheime Baurath und vortragende Rath E. Kummer in Berlin, dessen Ankunft erst für später in Aussicht genommen war.

Das Gesetz schreibt vor, dass bei Uebertragung der Hafenstudien und Vorarbeiten an eine Unternehmung die technischen Kontraktspunkte durch die genannte Hafenkommission, zu deren Vollzähligkeit die Anwesenheit mindestens eines ausländischen Sachverständigen gehört, festgesetzt werden sollen.

Die Regierung hat aber den Kontrakt schon vor Berufung der ausländischen Sachverständigen aufstellen lassen; dabei sind einige ungeheuerliche technische Bestimmungen „über Strömungsmessungen bei Sturm, die Anzahl der auszuführenden Bohrlöcher und die Baggerung eines Probekanals“ eingefügt worden, welche bei den schon vorher gepflogenen Unterhandlungen, behufs Abgabe der Preisforderung für die Vorarbeiten, nicht bekannt gegeben waren.

Diesen dermaßen gestalteten Kontrakt unterzeichnete der in Montevideo ansässige geschäftliche Bevollmächtigte der Firma G. Luther, Miguel Harispuru, ohne sich deren Zustimmung zu solchen aussergewöhnlichen und in ihren Kosten nicht abzu- sehenden Mehrforderungen einzuholen.

Die dadurch geschaffene unklare und schwierige Lage durchschauten sofort die gegnerischen Elemente — die auch in der Hafenkommission vertreten waren — und benutzten diese Handhabe zu unerquicklichen Angriffen gegen die Regierung und die deutsche Firma.

Von diesen Vorgängen und den widersinnigen Kontraktspunkten erhielt die Firma G. Luther erst nach dem Eintreffen ihrer technischen Vertreter in Montevideo Kenntnis und wurde deswegen zunächst privatim bei der Regierung vorstellig; bei dem entgegengebrachten Vertrauen jedoch, einerseits in die sachgemäße Kontrakterfüllung und andererseits in eine maßvolle und rechtliche Kontraktshandhabung — „das sich schliesslich auch bewährt hat“ — nahm man, mit Rücksicht auf die scharf hervortretende Regierungs-Opposition, vorläufig von einer officiellen Erörterung Abstand und behielt lediglich die energische Förderung und die gute technische Ausführung der Vorarbeiten im Auge. Diese wurde ermöglicht durch die Hülfe der tüchtigen Ingenieure: Anton Waldorp aus Paris, Edward Harrison aus Buenos-Aires, Richard Bückmann und Karl Dolezalek aus Hannover, welche bei den Aufsen- und den Bureauarbeiten thätig waren.

Alles übrige Bureau- und Schiffspersonal stammte aus Montevideo.

Die der Firma G. Luther kontraktlich zugewiesenen Hafenstudien hatten sich im Allgemeinen auf die Verhältnisse des Rio de la Plata, und im Besonderen auf die Rhede und die Bucht von Montevideo zu erstrecken, — für welche letztere eingehende Vorarbeiten auszuführen waren, die gleichzeitig die nothwendigen technischen Grundlagen für das Hafenprojekt ergaben.

Die Vorarbeiten umfassten im Wesentlichen: die Ermittlung der Wetterverhältnisse, die Beobachtung und Messung der Wasserstände, Winde, Wellen und Strömungen, sowie der Beschaffenheit des Wassers, ferner die Auspeilung der Wassertiefen und die Untersuchung des Untergrundes in geologischer und bautechnischer Beziehung.

Die beabsichtigte Art dieser Ausführungen wurde gleich anfangs mit der noch unvollständigen Hafenkommission — ohne die fraglich gewordene Ankunft des französischen Sachverständigen abzuwarten — besprochen und soweit vereinbart, dass mit den Arbeiten begonnen werden konnte; die Kommission liefs dann jede einzelne Arbeit kontrolliren und über die Ergebnisse mit der Unternehmung übereinstimmende Tagebücher führen.

Als Grundlage für die Vermessungen diente ein seitens der Hafenkommission angefertigter Lageplan im Maßstab 1:10000, welcher die Bucht mit den anschließenden Küstenlinien umfasste und die trigonometrisch festgelegten Fixpunkte im Bereiche der Stadt und Umgebung enthielt.

Während die Vorarbeiten immer weiter fortschritten, wurde die Wahrscheinlichkeit immer größer, dass der deutsche Sachverständige erst nach Abschluss derselben und der französische Sachverständige gar nicht nach Montevideo kommen kann.

Der Firma G. Luther lag es selbstredend sehr daran, von vornherein im vollen Einvernehmen mit der Hafenkommission zu arbeiten und alle wichtigen technischen Fragen und Kontraktspunkte in Gegenwart der ausländischen Sachverständigen zu erörtern und zu regeln; ihre Vertreter haben daher die Regierung wiederholt gebeten, das baldige Eintreffen des deutschen Sachverständigen zu veranlassen, — was jedoch leider nicht zu ermöglichen gewesen ist.

Unter diesen Umständen konnte die Hafenkommission in den schwebenden Fragen keine endgültige Entscheidung treffen, so dass die technischen Vertreter der Firma G. Luther, um mit den Arbeiten vorwärts zu kommen, nach eigenem besten Ermessen handeln mussten und sich mit den Kommissionsmitgliedern, denen die einzelnen Arbeiten unterstellt waren, thunlichst zu verständigen suchten.

Dieses Verhältnis tadelte die Regierungs-Opposition als gesetzwidrig und forderte die Berufung anderer Sachverständigen, die möglichst rasch in Montevideo erscheinen könnten. Die Regierung sah sich dadurch und im Interesse des ungestörten Fortganges und Abschlusses der Vorarbeiten genöthigt, den Kammern ein „Ergänzungs-Gesetz“ vorzulegen, das sie ermächtigt, noch schleunigst einen Hydrographen in die Hafenkommission zu berufen, und diese dann für den Umfang der Vorarbeiten beschlussfähig zu erklären; — während die endgültige Begutachtung derselben und des von der Firma G. Luther zunächst aufzustellenden Vorprojektes, sowie die Festlegung des Hauptprojektes erst nach Ankunft der ausländischen Sachverständigen durch die gesetzlich vollständige Kommission geschehen solle.

Daraufhin wandte sich die uruguayische Regierung, in Anbetracht der kontraktlichen Arbeitsausführung durch eine deutsche Firma, abermals an die preussische Regierung wegen Ueberlassung eines geeigneten Hydrographen, der aber bereit sein müsse, sofort abzureisen; als solcher wurde der Wasserbauinspektor Baurath G. Tolkmitt in Eberswalde empfohlen, der das Anerbieten auch annahm und — 3 Monate nach Beginn der Vorarbeiten — in die Hafenkommission eintrat. Hier lernte er die Schwierigkeiten kennen, welche durch das Fehlen der ausländischen Sachverständigen erwachsen und seit seinem Erscheinen in Montevideo von der gegnerischen Presse immer mehr ausgebeutet worden sind; infolge dessen mag er wohl zu der alsbald ausgesprochenen Ansicht gelangt sein, dass die Firma auf die ihr kontraktlich obliegende Aufstellung des Vorprojektes verzichten solle, da es im Lande einen besseren Eindruck machen würde, wenn das Projekt von der Hafenkommission ausginge.

Die Vertreter der Firma G. Luther konnten diese Ansicht nicht theilen; auch wurde an dieselben in dieser Richtung seitens der Hafenkommission keinerlei Forderung gestellt.

Mit der weiteren Ausdehnung der Studien und Vorarbeiten entwickelten die beiden Vertreter der Firma die Grundzüge über die Lage und Gestaltung des Hafens und hatten die Absicht, zunächst diese Grundzüge ihres Projektes in der Hafenkommission zur Sprache und Erörterung zu bringen, damit sie noch etwaige Ergänzungen der Vorarbeiten, welche sich ihrem Abschlusse näherten, ausführen könnten.

Die Regierung war jedoch anderer Meinung und wies darauf hin, dass nach dem Gesetze die Vorlage und Besprechung des Vorprojektes erst nach dem Eintritt der ausländischen Sachverständigen in die Kommission zulässig sei. So war die Firma G. Luther mit ihren Maßnahmen im Arbeitsfortgange wieder auf sich angewiesen und schliesslich darauf bedacht, die Vorarbeiten zur Begründung ihres Vorprojektes zu ergänzen und bis zu dem mittlerweile angekündigten Eintreffen des deutschen Sachverständigen abzuschließen.

Da der französische Sachverständige M. Vetillard von seiner Berufung zurückgetreten ist, hatte es den Anschein, dass mit der Ankunft des deutschen Sachverständigen alle Schwierigkeiten behoben seien; dem war aber nicht so — denn plötzlich und unerwartet hat man noch in letzter Stunde einen anderen französischen Sachverständigen in der Person des Hafenbaudirektors A. Guérard in Marseille gewonnen, der leider erst um 1 Monat später als der deutsche Sachverständige in Montevideo ankommen konnte; — dadurch war eine erneute Verzögerung in der endgültigen Beschlussfähigkeit der Hafenkommission bedingt.

Der deutsche Sachverständige E. Kummer fand bei seiner Ankunft die Außenarbeiten im Wesentlichen erledigt und die Bureauarbeiten im vollen Gange vor; schon in den ersten Tagen äußerte auch er die bereits vom Hydrographen G. Tolkmitt vertretene Ansicht, dass die Firma die Aufstellung des Vorprojektes der Hafenkommission überlassen möge, welchem Ansinnen — abgesehen vom Fortschritte der Arbeiten — nicht entsprochen werden konnte, weil mit dem Projekte die geschäftlichen Absichten der Firma G. Luther zusammenhingen, deren technische Vertreter ihren Ruf wahren und den Endzweck des Kontraktes erfüllen mussten, welcher in folgender Bestimmung gipfelt:

„Sobald die Hafenstudien und der Fortschritt der Vorarbeiten es erlauben, hat die Firma G. Luther ein Vorprojekt für die Hafenanlage aufzustellen und der Kommission zur Genehmigung vorzulegen; wird dies Vorprojekt genehmigt, so muss sie darnach noch das Hauptprojekt ausarbeiten.“

„In dem Falle jedoch, dass das Vorprojekt der Firma nicht genehmigt würde, sollen die ausländischen Sachverständigen der Hafenkommission ein Gegenprojekt aufstellen, und wenn dieses die

„Genehmigung der Kommission erhält, ist das Hauptprojekt unter der Leitung dieser Sachverständigen zu bearbeiten.“

Auf Verlangen wurde dann dem deutschen Sachverständigen nach kurzer Erläuterung der wichtigsten Vorarbeiten das Projekt der Firma G. Luther vorgelegt, wobei er sich sowohl mit den Vorarbeiten als auch mit der Lage des Hafens einverstanden erklärte; dagegen hielt derselbe das an sich wohl erwogene Projekt für zu kostspielig und wollte insbesondere die Wellenbrecher mehr buchteinwärts verlegt wissen, für welche Ansicht er den noch erwarteten französischen Sachverständigen zu gewinnen hoffte.

Noch vor Ankunft des letzteren hat die Hafenkommission eine Einsichtnahme in die Bearbeitung der Hafenstudien und des Vorprojektes gewünscht, welchem Wunsche die Firma G. Luther durch Vorlage der fertigen Zeichnungen entsprach und im Anschlusse daran die Ergebnisse ihrer gesammten Vorarbeiten, auf 85 Blatt Zeichnungen und Tabellen übersichtlich zusammengestellt, der Kommission kontraktsgemäß überreichte. Soweit sich in diesen Zeichnungen die unmittelbaren Grundlagen des Vorprojektes bieten, ist dieses durch Eintragung der betreffenden Bauwerke kenntlich gemacht worden, wodurch der Zusammenhang zwischen Vorarbeiten und Projekt deutlich hervortritt.

Nun kam endlich der französische Sachverständige in Montevideo an, also nicht, wie es ursprünglich bestimmt war, zu Beginn der Arbeiten, sondern erst nach 5 Monaten, als die Firma G. Luther auch ihr Vorprojekt vollendet hatte und auf 5 Blatt Zeichnungen der Hafenkommission zur Beschlussfassung vorlegen konnte.

Für die zu projektirende Hafenanlage (s. Bl. 5) ist gesetzlich vorgeschrieben:

- 1) „dass der Hafen wo möglich im Norden und Westen der Stadt liegen, mindestens 6,4^m Tiefe unter gewöhnlichem Niedrigwasser, 200^m breite Hafenbecken und 8000^m nutzbare Kailängen erhalten solle, — aber einen theilweisen Ausbau und eine spätere Vergrößerung zulasse;“
- 2) „dass ein Vorhafen von 250^{ha} Fläche und mindestens 6,4^m Tiefe unter gewöhnlichem Niedrigwasser vorzusehen sei, der bei allen Winden leicht und sicher angelaufen werden könne.“

Es war somit in erster Linie die Erfüllbarkeit dieser Forderungen zu untersuchen; bei näherem Studium der örtlichen Verhältnisse erkannte man die

Möglichkeit der Ausführung und auch die Zweckmäßigkeit einer derartigen Anlage, welche, zwischen Bahnhof und Rhede angeordnet, den Verkehrs- und Handelsinteressen am besten entsprechen würde, zumal dadurch die gegenwärtigen Einrichtungen der Stadt keine einschneidenden Umgestaltungen erleiden.

Die vorgeschriebenen Größen für den Innenhafen und Vorhafen zeigen eine weitsichtige Beurtheilung der Verkehrsentwicklung, welche durch die vortheilhafte Lage Montevideos begründet erscheint und schon bei der ersten Bauausführung beachtet werden muss, wenn der erwartete wirthschaftliche Nutzen erzielt werden soll.

In der Hafenkommission wurde das Vorprojekt der Firma zunächst den beiden Sachverständigen zur Begutachtung überwiesen.

Der deutsche Sachverständige hat hierbei die erhoffte Zustimmung des französischen Sachverständigen zu seinen oben erwähnten abweichenden Ansichten über das Projekt der Firma G. Luther wirklich gefunden, wie deren — im Hinblick auf die angezogene Kontraktbestimmung — verfasstes Gegenprojekt bezeugt.

Dieses Gegenprojekt der beiden Sachverständigen erhielt auf Grund des Berichtes derselben die Billigung seitens der Kommission.

Wiewohl das Gegenprojekt von Kummer und Guérard dem Hafen in Marseille nachgebildet ist, konnte die Firma G. Luther darin eine Verbesserung ihres Projektes nicht erblicken; sie ist vielmehr nach eingehender Prüfung zur Ueberzeugung gelangt, dass es für Montevideo in technischer und wirthschaftlicher Beziehung ungünstig sei — und sah sich deshalb gezwungen, die weitere Bearbeitung sowie die geschäftliche Uebernahme einer etwaigen Ausführung des Kummer-Guérard'schen Projektes abzulehnen.

Daraufhin hat die uruguayische Regierung die Ausarbeitung des Hauptprojektes dem französischen Sachverständigen A. Guérard in Marseille übertragen.

III.

Von den Ergebnissen der Hafenstudien und Vorarbeiten kann hier nur das Hauptsächlichste kurz erörtert und durch einige Zeichnungen veranschaulicht werden.

a. Das Klima ist angenehm und gesund; es zeigt eigentlich nur 2 Jahreszeiten, eine warme und eine kalte, welche aus 10jährigen Beobachtungen folgende Mittelwerthe charakterisiren:

Jahreszeit	M o n a t e		Temperatur ° C.	Barometerstand mm	Relative Feuchtig- keit %	Winde	Wettertage			Regen- höhe mm
							klar	Nebel	Regen	
warme	7	Oktober-April	+ 20	762,0	70	veränderlich	154	40	18	600
kalte	5	Mai-September	+ 12	763,5	77	„	88	47	18	500
		im Jahre	+ 17	762,5	73	veränderlich	242	87	36	1100

Die Wärme setzt im November ein und steigt im Januar bis 36° C.; die fortwährend frische Meeresbrise macht die Hitze jedoch weniger fühlbar, zumal des Abends ein Temperaturfall — oft plötzlich um 10° — eintritt und kühle Nächte bringt. Die Monate Februar, März und April sind gewöhnlich die schönsten, das Wetter ist zumeist klar mit tiefblauem Himmel wie in Italien.

Die Gewitter sind kräftig und dauern häufig 1 bis 3 Tage. Der Uebergang der Jahreszeit findet fast immer mit Gewittern und starkem Regenfall statt; dann bleibt es bis August klar und kühl, die Tem-

peratur geht wohl bis $\pm 0^{\circ}$ herab, sinkt aber ausnahmsweise auch bis -5° C. Von August bis Oktober treten regelmässig stürmische Winde aus Südost mit Regen ein; nasse Winter mit viel Regen sind jedoch selten.

Die jährliche Regenhöhe ist sehr schwankend und weist Grenzwerte von 1500 mm und 500 mm auf; im letzteren Falle tritt ein empfindlicher Wassermangel für die großen Viehherden ein.

Die Winde sind unstät, wehen am häufigsten aus Norden, springen plötzlich nach Süden um und brausen dann mit elementarer Gewalt gegen die Küste.

Fig. 3. Hauptstrasse in Montevideo.



Die Stadt (s. Bl. 5) ist schachbrettartig erbaut, mit einstöckigen hübschen Häusern und breiten, durchweg gepflasterten Straßen (s. Textfigur 3), welche mit der hochgelegenen Rückenstrasse der Halbinsel entweder parallel laufen oder beiderseits ziemlich steil nach den Ufern abfallen. Wind und Regen durchfegen die Straßen und bewirken die große Reinlichkeit der Stadt, welche durch eine planmäßige Kanalisation gefördert wird, deren Ausfluss nach allen Seiten unmittelbar ins Meer und in die Bucht erfolgt. Dadurch entstehen an den Landebrücken zeit- und stellenweise unangenehme Ausdünstungen.

Lästig können aber die üblen Fett- und Talgerüche werden, welche die westlichen Winde von den an der Westseite der Bucht gelegenen Schlachthäusern — woselbst jährlich über 200 000 Rinder geschlachtet werden — nach der Stadt herüber wehen.

b. Der Rio de la Plata (s. Bl. 1) wird durch die Vereinigung des Paraná und Uruguay gebildet, welche ihre gewaltigen schmutzigen Wassermassen in die west-nordwestlich landeinwärts auf 3 Längengrade sich erstreckende Meeresbucht ergießen; — es ist dies bekanntlich die breiteste Flussmündung der Erde. Die Bucht kann in eine innere und äußere unter-

schieden werden; an der Grenze beider liegt Montevideo. Der innere Theil ist von der Vereinigung genannter Ströme bis Montevideo etwa 220^{km} lang, bei Buenos-Aires 40^{km} und zwischen Montevideo und dem südwestlich gegenüber liegenden Punta Piedras 105^{km} breit; der äußere Theil hat 100^{km} Länge, erweitert sich an der Nord- und Südküste gegen den Ocean zu und erreicht zwischen Maldonado und Punta San Antonio 225^{km} Breite.

Die gesammte Flusslänge wird zu 3900^{km} und das gesammte Niederschlagsgebiet zu 3 400 000^{qkm} angegeben. Dieser zweitgrößte Strom Südamerikas beherrscht mit seinem gelbbraunen Süßwasser die Bucht, in welcher er seine sandigen und thonigen Sinkstoffe ablagert und allmählich gegen die Mündung vorschiebt.

In dem Kampfe mit dem bei Fluth und hohem Seegang eindringenden schwereren Meerwasser hat derselbe, infolge der gegenseitig wechselnden und unregelmäßigen Strömungsrichtungen und Strömungsstärken, eine Anzahl Sandbänke im äußeren plötzlich erweiterten Theile der Bucht abgelagert, von denen die nördlich gelegene und sich südwestlich hinziehende Englische Bank die bedeutendste, und für Montevideo auch die wichtigste, ist — indem sie die heranstürmenden Meereswellen bricht und deren ungeschwächtes Eindringen bis auf die Rhede abwehrt.

Bei der großen Ausdehnung der Bucht machen sich die Wirkungen der stürmischen Südwinde an der nördlichen, uruguayischen, Küste bemerkbar, insofern diese, durch die Brandungswellen angegriffen, eine steilere und unregelmäßig zerrissene Gestaltung zeigt, während die südliche, argentinische, Küste einen flacheren und gleichmäßigeren Verlauf nimmt.

Entsprechend der südöstlichen beziehungsweise südlichen Mündungsrichtung des Paraná und Uruguay, sowie der an der Nordküste bei Colonia vorspringenden Felsennase, drängt sich die Stromrinne im Rio de la Plata an der südlichen, argentinischen, Küste entlang, — welchem Umstande die buchteinwärts gelegenen Häfen La Plata und Buenos-Aires ihre Zugänglichkeit mit Schiffen zwischen 6^m und 5^m Tiefgang verdanken. Diese Stromrinne ist aber sehr unregelmäßig, durch Sandbänke verwildert und an ihrem unteren Ende zwischen Punta Piedras und Montevideo durch die von Süd und Nord vorgeschobenen Ablagerungen auf — 5^m Tiefe versperrt, so dass die Großschifffahrt nach den argentinischen Häfen bei niedrigen Wasserständen zeitweilige Hemmungen erleidet.

Im Gegensatze zur südlichen Stromrinne zeigt die nördliche Hälfte der Bucht, von Colonia ab eine ausgedehnte breite Versandung und Verschlammung, die unter dem Namen Ortiz-Bank bekannt ist und mit der — 4 Faden- (— 7^m) Linie allmählich gegen Montevideo abfällt. Dasselbst und weiter ostwärts ändern sich aber die Tiefenverhältnisse längs der uruguayischen Küste im günstigen Sinne durch die schon erwähnte Englische Bank, indem sich zwischen dieser

und der Nordküste eine ost-westliche Strom-Eintiefung ausgebildet hat, deren — 4 Faden- (— 7^m) Linie bis oberhalb Punta Yeguas und deren — 5 Faden- (— 9^m) Linie bis Punta Brava reicht; diese Stromrinne bietet den Schiffen das Fahrwasser nach Montevideo.

Eine zweite, süd-nördliche Strom-Eintiefung dringt westlich von der Englischen Bank gegen Montevideo vor, so dass beim Umkreisen der Strömungen um die Englische Bank Wirbel entstehen, denen die Verhinderung von Ablagerungen und die kolkartigen Austiefungen auf der Rhede von Montevideo zuzuschreiben sind.

Hiernach erscheint die Zugänglichkeit und die Tiefe der Rhede von Montevideo mit mindestens — 4,5 Faden oder — 8^m Wassertiefe gesichert, um so mehr als der Rio de la Plata nur seine feinsten Schlammtheilchen bis in die äußere Bucht trägt, wo sie von der Strömung und dem Seegange wohl leicht aufgewühlt, aber auch leicht weggespült werden.

In muthmaßliche Aeufserungen über vergangene und künftige Veränderungen im Mündungsgebiete des Rio de la Plata sich zu ergehen, würde ein unfruchtbares Beginnen sein, da über einen größeren Zeitraum sich erstreckende zuverlässige Grundlagen zur Beurtheilung fehlen. Nach den allein verlässlichen englischen Seekarten ist in den letzten 45 Jahren eine die Schifffahrt beeinträchtigende Veränderung der geschilderten Verhältnisse nicht nachweisbar; es genügt somit, an der Hand dieser Karten und den auf Blatt 1 nach der neuesten Ausgabe vom Jahre 1894 gezeichneten Tiefenlinien die günstigen Tiefenverhältnisse des Fahrwassers und der Rhede von Montevideo dargelegt zu haben.

c. Die Wassertiefen der englischen Seekarten beziehen sich auf einen Nullpunkt, der im Hafen von Montevideo an der Ufermauer beim Zollhaus festgelegt ist, und 14½ engl. Fufs = 4,42^m unter dem Quadergesimse liegt (s. Bl. 4).

Dieser Nullpunkt bezeichnet keinen bestimmten Wasserstand, sondern die gemittelte Höhe zwischen dem gewöhnlichen Niedrigwasser und dem bekannten niedrigsten Niedrigwasser.

Auf Antrag der Firma G. Luther hat die Hafenkommission diesen Nullpunkt auch als Nullpunkt für den festzusetzenden Hafenpegel von Montevideo angenommen, weil durch diese Uebereinstimmung für die Schifffahrt eine jederzeit klare Beurtheilung der Tiefenverhältnisse des Hafens erzielt wird.

Sämmtliche Tiefenmessungen und Höhenangaben der Hafenstudien und des Hafenprojektes sind dann auf dieses Pegelnull bezogen worden.

An Wasserstands- und Windbeobachtungen lagen die Aufschreibungen der Dockgesellschaft in Cibils vor, welche dieselben seit Oktober 1891 täglich um 8 Uhr Vorm. und um 2 Uhr Nachm. ausführt. Nach diesen Beobachtungen wurden die Wasserstände und Winde für die einzelnen Jahre zeichnerisch zusammengetragen und dabei auch die Bemerkungen über die

aufgetretenen außergewöhnlichen Wasserstände und Stürme, sowie die Mondstellungen beachtet.

Als Beispiel hiervon sind aus dem Jahre 1893 die Monate Januar bis Mai auf Bl. 4 wiedergegeben.

In den Beobachtungsjahren 1891—1895 lassen die gleichnamigen Monate weder in den Wasserständen noch in den Winden eine Aehnlichkeit erkennen; ebensowenig geht aus den Mondstellungen ein wesentlicher Einfluss der Gezeiten auf die Höhe der Wasserstände hervor; — dagegen zeigt sich die Wirkung des Windes bezüglich Richtung, Dauer und Stärke desselben als maßgeblich für die jeweiligen Wasserstände, wobei im Allgemeinen die südlichen Winde steigendes Wasser und die nördlichen Winde fallendes Wasser für Montevideo bringen. Der Einfluss der Ost- und West-Winde hängt von den wechselseitigen Wasserständen im Ocean und im Rio de la Plata ab.

Das plötzliche Umspringen der Winde um 180° erzeugt oft auch ein plötzliches Steigen oder Fallen des Wassers, wobei Unterschiede bis 2^m , ausnahmsweise auch bis 3^m vorkommen; solche starke Schwankungen sind jedoch stets von kurzer Dauer. Das Steigen des Wassers erfolgt dabei etwas rascher als das Fallen; im Durchschnitte der 6stündigen Beobachtungszeit berechnet sich ersteres höchstens zu $+0,056 \text{ mm/s}$ und letzteres zu $-0,049 \text{ mm/s}$. Aus den Beobachtungen in Cibils von 1891—1895 wurden die verschiedenen Jahreswasserstände gemittelt und daraus die charakteristischen Wasserstände, wie auf Bl. 4 angegeben, abgeleitet; diese sind:

höchstes Hochwasser..... h. H. W. = $+2,75^m$,
Hochwasser..... H. W. = $+2,45^m$,
Mittelwasser..... M. W. = $+1,50^m$,
Niedrigwasser..... N. W. = $+0,45^m$,
niedrigstes Niedrigwasser.... n. N. W. = $-0,45^m$.

Der gewöhnliche Wasserstand schwankt zwischen N. W. = $+0,45^m$ und M. W. = $+1,50^m$.

In derselben Zeichnung sind zum Vergleich auch die Höhen der Bauwerke und die Tiefe der Sohle des projektirten Hafens ersichtlich gemacht.

Die Winde wurden nach Geschwindigkeit und Richtung aufgetragen und für jeden Monat als Häufigkeitsbild dargestellt, während das jährliche Häufigkeitsbild durch das Bild der größten Winddrücke vervollständigt worden ist, da diese für die Schifffahrt und den Hafen als die gefährlichsten zu beachten sind. Auf Grund der einzelnen Jahresbilder hat man das gemittelte Windbild auf Bl. 5 gezeichnet, — aus dem man ersieht, dass die häufigsten Winde aus Osten, Norden und Nordwesten, die stärksten Winde aber aus Westen, Südwesten, Süden und Südosten wehen.

Die größten Windgeschwindigkeiten betragen:

i. J. 1891..... $v_{max} = 25 \text{ m/s}$ aus S.,
" " 1892..... " = 27 " " W. und SW.,
" " 1893..... " = 20 " " SW.,
" " 1894..... " = 21 " " SO. und SW.,
" " 1895..... " = 25 " " SW.

Nach der Seeskala sind dies Sturmwinde, welche nach der Formel:

$$D = 0,136 \cdot v^2$$

Winddrücke bis 100 kg/qm erwarten lassen.

Für die Ausführung der Vorarbeiten und zum Studium der auftretenden Wasserwechsel an den verschiedenen Punkten der Bucht von Montevideo wurden in den Monaten Juli bis November 5 Pegel gleichzeitig alle 15 Minuten beobachtet; sie waren außerhalb der Bucht in Cibils und Maua, sowie innerhalb der Bucht an den Landebrücken Evans, Bella Vista und Lussich aufgestellt (s. Bl. 2).

Die zugehörigen Windbeobachtungen besorgte die Hafenkommission durch das neu gegründete meteorologische Institut, das im 3. Geschoße des am Kopfe der Halbinsel unmittelbar am Meere gelegenen Universitäts-Gebäudes hoch und frei untergebracht ist. Diese 5 Pegel-Beobachtungen sind in verschiedenen Farben zusammen aufgetragen worden, wodurch sich die gegenseitigen Abweichungen sofort erkennbar machten und in Berücksichtigung der Winde begründen ließen.

Als interessantes Ergebnis erhielt man bei ruhigem Wetter die sonst verwischte Fluth- und Ebbe-Linie, welche beispielsweise nach dem Pegel in Cibils für die Tage vom 3. bis 10. Sept. 1895 auf Bl. 4 dargestellt ist. Das Bild zeigt deutlich den Verlauf der Fluthlinie sowohl bei Niedrigwasser unter dem Einflusse nordöstlicher Winde, als auch, nach dem plötzlichen Umspringen des Windes nach Südwest, bei Mittelwasser. Die Fluthlinie wird in ihrer Form, d. h. in der Zeit des Steigens, Kenterns und Fallens des Wassers, sowie in der erreichten Fluthgröße, vom Winde leicht beeinflusst und zeigt darum die verschiedenlichste Gestaltung. Der jeweilige Höhenunterschied zwischen Ebbe und Fluth ist sehr gering und schwankt nach den Beobachtungen zwischen $\Delta h = 0,25^m$ und $\Delta h = 1,00^m$.

Die Hafenzeit beträgt für Montevideo 2 Std. 30 Min.

Aus diesen 5 Pegel-Beobachtungen konnte auch das größte Steigen und Fallen des Wassers für kürzere Zeiträume ermittelt und in folgender Weise zusammengestellt werden; wovon aber hier nur die Höchstwerthe in einzelnen Monaten Platz finden können.

1895			Wind		Wasser			
Monat	Tag	Stunde	Richtung	Geschwindigkeit m/s	steigt fällt	während	um	also in 1 Sekunde um
August....	8	2—4 N.	SO.	9	↓	60	0,40	0,111
".....	26	10—11 V.	SW.	11	↑	45	0,35	0,130
September..	15	5—6 N.	NNO.	6	↑	60	0,35	0,100
".....	23	7—9 V.	NNÖ.	7	↓	60	0,35	0,100
Oktober...	19	5—6 N.	SO.	4	↓	60	0,40	0,111
".....	28	5—6 N.	SSO.	4	↑	60	0,50	0,130

Das Steigen des Wassers ergibt sich wieder etwas rascher als das Fallen; die Zahlenwerthe sind jedoch reichlich doppelt so groß als nach den 6 stündigen durchschnittlichen Ermittlungen aus den Cibilser Beobachtungen.

d. Bei Betrachtung der Verhältnisse zwischen dem Fahrwasser, der Rhede und der Bucht von Montevideo (s. Bl. 1) erkennt man, dass der Hauptstrom zwischen dem Ocean und dem Rio de la Plata ungefähr parallel läuft mit den zu beiden Seiten von Montevideo vorspringenden Felsenzungen Punta Brava und Punta Yeguas, und dass das Füllen und Entleeren der im Gesamtbild immerhin doch kleinen Bucht durch seitliches Zu- und Abfließen geschieht.

Es muss demnach auf der Rhede die Hauptströmung zwischen Ost und West quer vor der Bucht verlaufen. Dies bestätigen die auf Blatt 2 ersichtlichen Schwimmerwege sowohl für die Oberflächen- wie für die Tiefen-Schwimmer; nur die innerhalb Punta Brava und Punta Yeguas sich mehr gegen Punta Teresa und Piedras blancas nähernden Schwimmer nehmen den Weg in die Bucht.

Die Schwimmerwege sind sehr unregelmäßig, weil sie nicht allein von den gegenseitigen Wasserständen im Ocean und im Rio de la Plata, sondern auch stark von den Winden abhängen.

Gleichzeitig mit den Schwimmerwegen wurden auch die örtlichen Strömungs-Änderungen an der Oberfläche und in der Tiefe von mehreren in der Bucht und auf der Rhede fest verankerten Booten aus (s. Bl. 2) beobachtet, um ein allgemeineres Bild über die Strömungsverhältnisse zu erlangen; letzteres war schon ermöglicht durch den Vergleich der örtlichen Strömungsänderungen unter sich, weshalb man schließlich diese leichter und sicherer auszuführenden Beobachtungen noch vermehrte.

Im Ganzen sind 32 Schwimmerlinien und an 44 Punkten etwa 300 Strömungsänderungen gemessen worden.

Als Schwimmer dienten 0,3 m große Fässer, welche dicht herzustellen, für die gewünschte Tauchtiefe bequem zu belasten und, roth angestrichen und mit kleinen Fähnchen versehen, auf dem Wasser gut sichtbar waren. Es wurden je 2 Fässer durch eine Kette mit einander verbunden und so beschwert, dass das untere für die Oberflächenströmung 1,0 m bis 1,5 m Tauchtiefe erhielt, während es für die Grundströmung 1,5 m bis 1,0 m über dem Grunde mit Tauchtiefen von 3,0 m bis 6,0 m schwamm; das obere Markierungs-Fässer lugte dabei etwas über Wasser heraus.

Die freien Schwimmer verfolgte eine Dampfbarkasse, auf welcher 2 Beobachter einzelne Punkte ihres Weges, unter Angabe der Uhrzeit, mittels Sextanten einmaßen und durch einen Handwindmesser die örtliche Richtung und Geschwindigkeit des Windes ermittelten.

Darnach konnte jede Schwimmerlinie auf dem Plane dargestellt, für die einzelnen Theile derselben die zugehörige mittlere Geschwindigkeit berechnet und das Geschwindigkeitsband daran gezeichnet werden, wie es auf Blatt 2 die Linie XVIII zeigt.

Für die Messung der örtlichen Strömungsänderungen wurde zunächst die Lage der festverankerten Boote bestimmt, dann haben 2 Beobachter an je einer getheilten Leine die Oberflächen- und Grundschwimmer alle 30 Minuten ausschimmen lassen, wobei neben der Zeit und Weglänge, die Schwimmerrichtung mittels eines Bussolen-Diopters, die jeweilige Wassertiefe mit einem Tellerloth und auch die Richtung und Geschwindigkeit des Windes beobachtet worden sind. Da das Auftragen der halbstündigen Strömungsänderungen von einem Punkt aus unklare Bilder gab, wählte man die Seilpolygon-Methode und fügte die einzelnen Richtungen und Längen — wie auf Blatt 2 für die Punkte A, B und C geschehen — aneinander, wodurch Richtung und Drehsinn der Strömungen deutlicher erscheinen und für einzelne Zeitabschnitte die mittlere Geschwindigkeit bequemer zu bestimmen ist.

Die gleichzeitig beobachteten Schwimmerlinien und örtlichen Strömungsänderungen wurden — wie das Beispiel auf Blatt 2 zeigt — jeweils zusammen in eine Planpause eingetragen, welche, auf den Hauptplan gelegt, das Studium, in Berücksichtigung des Wasserwechsels an den Pegeln und der aufgetretenen Winde, ungemein erleichterte.

Außerdem hat man die Ergebnisse auch tabellarisch zusammengestellt, wie nebenstehend S. 25 angegeben.

Dieses Beispiel zeigt, dass bei dem geringen Ansteigen des Wassers während der Beobachtung und bei dem geringen Unterschiede zwischen den 2 die Beobachtung einschließenden Hochwassern lediglich der Nordwind die Strömung in der Bucht beherrschte und sämtliche Schwimmer nach Süden trieb, während außerhalb der Bucht der Fluthstrom eingriff und die Schwimmer nach Westen drängte.

Für die Oberflächen- und Grundströmungen betragen die größten gemessenen Geschwindigkeiten:

auf der Rhede.....	$v_{max} = 1,0^m$,
zwischen Rhede und Bucht	$\text{„} = 0,65^m$,
im äußeren Buchteingange.....	$\text{„} = 0,35^m$,
im inneren Buchteingange.....	$\text{„} = 0,15^m$,
in der Bucht selbst	$\text{„} = 0,10^m$.

Bei diesen Geschwindigkeiten in der Bucht ist es ausgeschlossen, dass die Strömungen auf die Tiefengestaltung der Bucht einen nennenswerthen Einfluss ausüben.

Hierzu liefert auch die Beschaffenheit des Querprofils der Buchtöffnung den augenscheinlichen Beweis, welches trotz des schlammigen Untergrundes eine durchaus wagerechte Sohlenlinie, ohne aus-

13. September				1895	Datum										
					Ankerboot										
					Schwimmerlinie										
					Wassertiefe	m									
					Schwimmertiefe	m									
—	C	B	A	1895	von	Beobachtungszeit	W a s s e r s t a n d								
XVIII	—	—	—	1895	bis	vorher	W i n d								
4,1 7,3	5,1	5,3	5,5	1895	H.W. oder N.W.	Zeit	S t r ö m u n g								
4,0	1,0 3,5	1,0 4,0	1,0 4,0	1895	steigt	fällt	R i c h t u n g								
745 V.	"	"	10 V.	3 N.	H.W.	630 V.	G e s c h w i n d i g k e i t								
3 N.	"	"	3 N.	H.W.	"	"	v o n								
H.W.	"	"	H.W.	"	"	"	b i s								
+0,80	"	"	+0,80	"	"	"	H.W. oder N.W.								
630 V.	"	"	630 V.	"	"	"	Z e i t								
↑	"	"	↑	"	"	"	R i c h t u n g								
—	"	"	—	"	"	"	G e s c h w i n d i g k e i t								
+0,70	"	"	+0,65	"	"	"	v o n								
+0,80	"	"	+0,80	"	"	"	b i s								
H.W.	"	"	H.W.	"	"	"	H.W. oder N.W.								
+0,95	"	"	+0,95	"	"	"	Z e i t								
7 N.	"	"	7 N.	"	"	"	R i c h t u n g								
NNO → N	"	"	NNO → N	"	"	"	G e s c h w i n d i g k e i t								
10	"	"	10	"	"	"	R i c h t u n g								
SSW → W → SW	"	"	SSW → W → SW	"	"	"	G e s c h w i n d i g k e i t								
0,15	—	—	—	"	"	"	v o n								
0,60	—	—	—	"	"	"	b i s								
—	0,11	0,16	0,09	"	"	"	M i t t e l								

geprägte Strömungsvertiefung, besitzt (s. Bl. 2 u. 4, Profil H).

Wiewohl es selbstverständlich und durch die Messungen auch nachgewiesen ist, dass nicht allein die Oberflächen- und Grundströmungen unter sich, sondern auch deren Richtungen und Geschwindigkeiten an den verschiedenen Stellen des Querprofils und zu verschiedenen Zeiten verschieden sind, so interessiert doch noch die Kenntnis der mittleren Profilschwindigkeit für den Fall, dass bei Süd- oder großen Fluthen Wasser durch die ganze Querschnittsöffnung in die Bucht einströmt.

Es ergibt sich hierfür:	Außere Buchtöffnung Stadt—Cibils (Profil II)	Innere Buchtöffnung Stadt—Punta del Rodeo
1) die Oberfläche der Bucht $O =$	15 000 000 qm	12 000 000 qm
2) das beobachtete rascheste Ansteigen des Wassers an den Pegeln $\Delta h_{max} =$	0,000 13 m/s	0,000 13 m/s
3) die dabei einströmende größte Wassermenge $Q_{max} = O \cdot \Delta h_{max} =$	1950 cbm	1560 cbm
4) die kleinste Fläche des Querprofils unter $\pm 0 \dots F_{min} =$	17 400 qm	10 800 qm
5) die größte mittlere Durchfluss-Geschwindigkeit $v_m = \frac{Q_{max}}{F_{min}} =$	0,112 m/s	0,145 m/s

Auch diese größten durchschnittlichen Geschwindigkeiten bestätigen die Bedeutungslosigkeit der Strömungen für die Tiefengestaltung der Bucht.

Strömungsbeobachtungen „bei Sturm“ auszuführen, hatten die Vertreter der Firma G. Luther gleich anfangs der Arbeiten abgelehnt, weil diese Beobachtungen mit der erforderlichen Genauigkeit nicht zu machen seien, und weil sie für den Verbleib von Schiff und Mannschaft die Verantwortung nicht tragen könnten; trotzdem wurde auf Drängen der Hafenkommission bei mäßig stürmischer See ein Versuch unternommen, natürlich nur mit dem einzigen Erfolge, dass das inspicierende Kommissionsmitglied durch die Seekrankheit von der Unerfüllbarkeit dieses Verlangens belehrt wurde.

Lotsen und Schiffer schätzen die stärksten Strömungen auf der Rhede zu 1,5 m/s bis 2,0 m/s.

Mit den Strömungsmessungen sind auch Beobachtungen über die Beschaffenheit des Wassers verbunden worden. An den auf Blatt 2 eingezeichneten 25 Punkten hat man die in folgender Zusammenstellung ersichtlichen Messungen gemacht und 70 Wasserproben in verschiedenen Gruppierungen, nach der Tiefe, dem Wasserwechsel, der Strömung und den Winden, entnommen und dann deren spec. Gewichte und Sinkstoffgehalte bestimmt.

Nr. der Flasche	Punkt der Wasser-Entnahme	Datum 1895	Zeit	Wind		Wasser				Wasserprobe				
				Richtung	Geschwindigkeit m/s	Stand m	Tiefe m	steigt	fällt	aus der Tiefe m	Temperatur ° C.	Spec. Gewicht	Sinkstoff	
													Gehalt ‰	Beschaffenheit
11	B	24. Aug.	3 ¹⁵ N.	O.	2,9	+0,65	5,40	—	↓	0	13,0	1,005	Spur	—
12	"	"	"	"	"	"	"	—	"	4,5	11,0	1,020	"	—
39	A	23. Sept.	10 ³⁰ V.	NNO.	11,0	+0,55	5,55	↑	—	4,0	13,0	1,015	1,2	brauner Schlamm
40	"	"	2 N.	NNW.	14,4	+0,55	5,60	—	↓	3,0	15,0	1,010	0,6	grauer Schlamm
60	18 a	26. Okt.	7 V.	N.	10,0	+0,30	6,80	—	↓	3,0	15,0	1,016	Spur	—
63	B	"	8 ¹⁵ V.	N.	10,0	+0,25	5,10	—	↓	3,0	15,0	1,016	Spur	—
64	20 a	30. Okt.	9 ³⁰ V.	SO.	8,0	+1,00	7,25	↑	—	4,0	16,0	1,016	2,4	grauer Schlamm
66	B	"	9 ⁵⁰ V.	OSO.	7,5	+1,10	6,25	↑	—	4,0	15,0	1,016	3,0	grauer Schlamm

Die gleichzeitigen Temperaturunterschiede zwischen Oberfläche und Tiefe ergaben sich in den Monaten August bis November zu höchstens 2 ° C.; gewöhnlich ist das obere Wasser wärmer oder gleich dem Tiefenwasser gefunden worden, es kamen aber auch in der oberen Schicht kältere Temperaturen vor.

Das Oberflächenwasser wies spec. Gewichte von 1,002 bis 1,026 und das Tiefenwasser solche von 1,005 bis 1,026 auf; der Sinkstoffgehalt schwankte an der Oberfläche und in der Tiefe zwischen 0 und 3,2 ‰.

Das steigende, in die Bucht einfließende Wasser besaß 0 bis 3,2 ‰ Sinkstoffe, während in dem fallenden, aus der Bucht herausfließenden Wasser 0 bis 2,4 ‰ Sinkstoffe beobachtet wurden.

Hiernach würde in der Bucht eine Schlamm-Ablagerung stattfinden; — ein sicherer Schluss kann jedoch nach dieser kurzen Beobachtungszeit nicht gezogen werden.

e. Wie schon unter b. betont, ist die uruguayische Küste dem Wellenangriff infolge der stürmischen Südwinde ausgesetzt. Es sind demnach auch für Montevideo die gegen die Küste und in die Bucht getriebenen Wellen von Bedeutung, einerseits in ihrer Wirkung als Brandungswellen und andererseits wegen ihrer Beunruhigung des Hafenverkehrs.

Bezüglich der Wirkung der Wellen sind aber die Sturmrichtungen für Montevideo nicht gleichwerthig; es bleibt wohl die Rhede bei allen Stürmen den Winden und dem vollen Seegange preisgegeben, für die Bucht ist dies jedoch nicht der Fall.

Bei Weststürmen können die Wellen nicht unmittelbar in die Bucht treiben (s. Bl. 1, 2 und 5), sie werden durch Punta Yeguas und Piedras blancas daran gehindert; in die Bucht biegen nur die seitlich verlaufenden Wellen ein, welche innerhalb derselben bald verflachen. Durch den Cerro ist die Bucht auch gegen den unmittelbaren Angriff der Westwinde geschützt.

Für die Südoststürme sind Punta Brava und Punta Teresa maßgeblich; das unmittelbare Auflaufen der Brandungswellen erfolgt nur an der Küste zwischen

Punta del Rodeo und Cibils; in die innere Bucht gelangen wieder nur die seitlichen, nach der Buchtweite sich allmählich verflachenden Wellen. Der hohe Rücken der städtischen Halbinsel schützt die innere Bucht gleichfalls gegen den unmittelbaren Angriff der Südostwinde.

Die Südstürme treiben die Wellen zwischen Punta Teresa und Punta del Rodeo zwar unmittelbar in die Bucht, diese verflachen sich aber in dem durch die städtische Halbinsel gegen den unmittelbaren Windangriff geschützten östlichen Buchttheil.

Dagegen steht den Südweststürmen, den sogen. Pamperos, die Bucht in ihrer Hauptrichtung offen, die unmittelbar hineingetriebenen Wellen werden von den Winden bis an den Rand der Bucht verfolgt und üben auf die sanft ansteigende Sohle ihre volle Wirkung als Brandungswellen aus, indem sie im Hin- und Rücklauf den schlammigen und sandigen Untergrund angreifen und die nordöstliche Eintiefung der Bucht verursachen und erhalten (s. Bl. 3).

In Folge der starken Brandung am Kopfe und an der Südseite der städtischen Halbinsel sowie bei Cibils zeigt die Küste überall nur zerrissene, kahl gewaschene Felsen.

Um einen Anhalt über die verschieden angegebene Wellenhöhe auf der Rhede zu gewinnen, versuchte man, die Wellen bei stürmischem Wetter mittels eines Momentapparates zu photographiren — wie solcher zur Wolkenphotographie Verwendung findet — und hat zu diesem Zwecke ein mit schwarz-weißen Streifen angestrichenes Fass als schwimmenden Maßstab auf der Rhede verankert.

Das Photographiren der Wellen und des schaukelnden Fasses von einem schwankenden Schiffe aus war an sich schon ein Kunststück; von 10 Aufnahmen gelang daher nur eine einzige bei mäßigem Südwestwinde, nach der die Wellenhöhe schätzungsweise noch unter 1,0^m betrug.

Die größte Wellenhöhe auf der Rhede wird von den Lotsen und Schiffern zu 2,0^m angegeben.

Die Wellen sind kurz, leicht beweglich und verursachen schon bei einer Höhe von etwa 1,0^m ein starkes Schwanken und Tanzen der Schiffe.

f. Zur sicheren Beurtheilung der Sohlengestaltung und Tiefenverhältnisse in der Bucht und auf der Rhede war die Auspeilung derselben in ihrer ganzen Ausdehnung vorzunehmen (s. Bl. 3). Zu diesem Zwecke wurden über die rd. 40^{qkm} große Fläche 87 Peillinien bis zu 7^{km} Länge gelegt und nahezu 3900 Tiefenpunkte gemessen; deren durchschnittliche Entfernung ergibt sich demnach zu etwa 100^m, während sie in Wirklichkeit in der Bucht enger und außerhalb der Bucht weiter liegen.

Die Peillinien erscheinen sämtlich als von der städtischen Halbinsel ausgehende Strahlen angeordnet; dies ist durch die Bauart der Stadt und die Lage der weit sichtbaren Fixpunkte im Stadtgebiete bedingt. Da die Längs- und Querstraßen gerade und nach der Mitte ansteigend sind, geben sie bei klarem Wetter gute Richtungslinien, auch konnten die Straßenecken und die am Uferrande befindlichen Fixpunkte mit den weiter zurückliegenden Fixpunkten zu Richtungslinien verbunden werden.

Die Peilflotte bestand aus 1 Dampfbarkasse und 5 Booten; letztere hatten einen Mittelmast mit rother Fahne, wurden damit in die Peillinie in bestimmten Entfernungen eingerichtet, fest verankert und mittels Sextanten eingemessen, wobei der Anfang immer am äußersten Punkte gemacht und gegen Land zu gearbeitet worden ist. Während die Dampfbarkasse in Richtung der Peillinie mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fuhr, wurde das an einer getheilten Kette befindliche eiserne Tellerloth in gleichen Minuten-Abständen an der Seite des Schiffes nach vorwärts ausgeworfen, die Kette straff gezogen und bei erreichtem lothrechten Zuge die Tiefe im Fahren abgelesen.

Die Minuten-Abstände waren entsprechend der geregelten Fahrgeschwindigkeit so gewählt, dass die Punktentfernung bei steiler Sohle 25^m bis 50^m und bei flacher Sohle 50^m bis 100^m betrug.

An jedem 5. Punkt ist gestoppt und dessen Ort durch Winkelmessung ermittelt worden, womit auch die 4 Zwischenpunkte in ihren gleichen Abständen bestimmt waren; desgleichen wurde an den Richtungsbooten gestoppt und gepeilt, stellenweise auch zur Kontrolle ihrer Lage eine wiederholte Winkelmessung ausgeführt.

An den Küsten und über untiefen Felsen sind die Peilungen mit Stange von einem Ruderboote aus gemacht worden.

Da bei allen Messungen die Uhrzeiten genau aufgeschrieben wurden, konnten die Tiefen nach den 5 beobachteten Pegeln (siehe c.) auf den Nullpunkt des Hafenpegels bezogen werden, wodurch ein unmittelbarer Vergleich mit den Tiefen der englischen Seekarte ermöglicht war.

Behufs Anfertigung des Peilplanes wurden zunächst die Peillinien im Plane festgelegt, u. zw. durch Auftragung der Bootspunkte mit Hülfe eines Standpeil-Instrumentes — wie solches in der Marine gebräuchlich ist —, oder mittels vorheriger Aufzeichnung der gemessenen Winkel auf Pauspapier; dann bestimmte man die eingemessenen Zwischenpunkte in derselben Weise und trug schließlich die einzelnen Peilpunkte, mit Tiefenangabe an der linken Seite der Peillinien, ein.

Nach diesen Tiefenpunkten sind die für die Linien gleicher Tiefe erforderlichen 0,25^m-, 0,50^m-, 0,75^m- und 1,0^m-Punkte ausgemittelt und an der rechten Seite der Peillinien markirt worden, wonach das Zeichnen der Tiefenlinien und auch der einzelnen zwischenliegenden Kolke und Kuppen eine einfache und klare Sache war.

Die Vergleichung der so erhaltenen Tiefenlinien mit den Tiefenpunkten der englischen Seekarten — deren Genauigkeit zu etwa 1' = 0,3^m angenommen werden kann — ergibt keine wesentlichen Veränderungen der Sohlengestaltung in den letzten 45 Jahren (s. auch b.); nur am Nordrande der Bucht finden Uferabschwemmungen und Sandablagerungen der bei starken Regen wildbachartigen Zuflüsse Pantanoso, Miguelete und Secco statt. Im Uebrigen lässt der Peilplan die unter e. erörterte Wellenwirkung auf die nordöstliche Eintiefung der Bucht deutlich erkennen.

Von mehreren durch die Bucht geführten Schnitten sind Profil *H* und Profil *S* (s. Bl. 2 und 4) besonders charakteristisch; ersteres zeigt in 50 facher Verzerrung der Tiefen die durchaus wagerechte Sohle der äußeren Buchtöffnung (siehe d.) und letzteres das sehr flache Ansteigen der Sohle von der Rhede bis an den inneren Buchtrand in ungefährender Richtung der Pamperostürme.

Eigenthümlich erscheint für den ersten Anblick die sägenartige Gestalt der Tiefenlinien vor Kopf der städtischen Halbinsel, gleichfalls in Richtung des Pampero; diese rilligen Eintiefungen dürften zum Theil den vom Kopfe zurückgeworfenen Brandungswellen, zum Theil aber der Lage der Peillinien in Richtung des Sohlengefälles und den unvermeidlichen Fehlern, welche jeder derartigen Peilung anhaften, zuzuschreiben sein, wobei insbesondere die Unsicherheit zwischen der wirklichen Höhe des Wasserstandes auf der Rhede und derjenigen an den Ufern von den Pegeln angezeigt, zu beachten ist.

Für die Richtung der am tiefsten eingeschnittenen Rille beträgt beispielsweise der Sohlenanstieg rd. 1:2000, so dass eine Unsicherheit von 0,25^m schon eine Verschiebung der betreffenden Tiefenlinie an dieser Stelle um 500^m bedingt; da die Peilungen zu verschiedenen Zeiten und bei verschieden wechselnden Wasserständen und Winden ausgeführt sind, kann sich diese Unsicherheit bei der einen Peillinie im positiven und bei der anderen im negativen Sinne geltend machen.

Damit berichtigt sich auch die in der Hafenkommission geltend gewordene Ansicht, dass diese Rillen durch die Schraubenbewegung der Schiffe erzeugt worden seien, zumal die Schiffe nicht gegen die Felsen von Punta Teresa anzufahren pflegen.

Es muss deshalb noch ausdrücklich auf die um den Kopf der städtischen Halbinsel gelagerten untiefen Felsen aufmerksam gemacht werden, weil sie den ein- und ausfahrenden Schiffen bei West-, Südwest- und Süd-Winden leicht gefährlich werden können.

g. Nach dem Uebersichtsplane der Bucht und nach den am Orte gewonnenen Eindrücken über die vorhandenen Verkehrseinrichtungen schien es den Vertretern der Firma G. Luther zweifellos, dass die unter II. bereits mitgetheilte Gesetzesstelle über die Lage des Hafens das Richtige trifft, indem sie auf den am besten geschützten Theil der Bucht, nördlich der jetzigen Hafenkaje und westlich vom Bahnhofe, hinweist — und dazu die Anlage eines geräumigen, geschützten Vorhafens verlangt. Es wurde daher der Hafenkommission vorgeschlagen und dann mit dieser vereinbart, die Untersuchung des Untergrundes zunächst auf die in Frage stehenden Theile der Bucht und Rhede zu erstrecken und zur Gewinnung eines Ueberblickes 35 Bohrlöcher nach vorgelegtem Plan auszuführen.

Diese Bohrlöcher ergaben überall, innerhalb und außerhalb der Bucht, einen tiefgründigen Schlamm- boden mit einzelnen Felspartien; — die Hafenanlage war also daselbst wohl möglich, aber infolge der schwierigen Gründung der Bauwerke voraussichtlich auch kostspielig.

Alle anderen, außerhalb der Bucht in Betracht gezogenen Uferstellen erwiesen sich bei näherer Prüfung nicht allein technisch für ungeeignet, sondern auch den bestehenden Handels- und Verkehrsanlagen Montevideos in keiner Weise entsprechend, so dass die Vertreter der Firma G. Luther dem Studium eines Hafenprojektes im Sinne des erwähnten Gesetzartikels näher traten.

Demgemäß wurden die Bohrarbeiten in der Bucht und auf der Rhede weiter ausgedehnt und die Bohrlöcher allmählich auf 75 vermehrt, womit man einen genügenden Einblick in die geologische Beschaffenheit des fraglichen Buchtgebietes erhielt und eine ausreichend sichere Beurtheilung der Tragfähigkeit des Untergrundes gewann, um darnach die nothwendigen bautechnischen Maßnahmen treffen zu können.

Für die Ausführung der Bohrarbeiten sind, wegen der verschiedenen Wassertiefen in der Bucht und auf der Rhede und der für letztere erforderlichen Seetüchtigkeit der Fahrzeuge, 3 Bohrschiffe mit 1 zugehörigen Dampfer in Dienst gestellt worden. Die Ausrüstung und Einrichtung dieser Schiffe, die Beschaffung brauchbaren Bohrzeuges und die Einschulung der Mannschaften ging anfangs etwas langsam von statten; dann kamen viele Tage, an denen das stürmische Wetter die Bohrarbeit nicht erlaubte, so dass

durchschnittlich auf 1 Bohrschiff nur 12 Bohrlöcher in 1 Monat entfielen.

Die Schiffe erhielten auf dem Hintertheil eine hinausgebaute Arbeitsbühne mit aufgesetztem Vierbein- gerüst zum Anheben des Bohrgestänges; an Ort und Stelle geschleppt, wurden sie daselbst durch 2 hintere Seitenanker und 1 vorderen Längsanker festgelegt.

Die Stelle des Bohrloches war vorher durch eine Boje bezeichnet, welche man entweder durch Visuren vom Lande aus oder durch Winkelmessung mit dem Sextanten von einer Dampfbarkasse aus bestimmt hatte; in gleicher Weise ist dann während der Bohrarbeit der wirkliche Ort des Bohrloches aufgenommen worden.

Das Bohren geschah durch die oberen schlammigen Schichten bis in den steifen Thon mittels Futterröhren von 150 mm und 100 mm Weite, unter Anwendung von Cylinder-, Ventil- und Spiralbohrern; nur ausnahmsweise kam in fester Kiesschicht oder Mergellage, hier Tosca genannt, der Meißel in Gebrauch.

Vor dem Setzen des Futterrohres ist die Wassertiefe gepeilt, auch am Ende der Bohrarbeit der Wasserstand gemessen und jedesmal mit der Uhrzeit vermerkt worden.

Die einzelnen Bohrproben wurden mit genauer Tiefenangabe, nummerirt und benannt, zunächst in Holzkasten verwahrt, dann in Blechbüchsen mit dem zugehörigen Bohrlochverzeichnis ins Bureau gebracht, daselbst nach ihrer Beschaffenheit untersucht und nach ihrer Benennung berichtigt und schließlich an die Hafenkommission abgegeben; diese ließ für sämtliche Bohrlöcher entsprechende Bohrkasten anfertigen und legte damit eine Sammlung an.

Die Tiefe der Bohrlöcher musste, sofern vorher kein Felsen oder fester Mergel angetroffen wurde, bei steifem Thon und Sandboden bis mindestens 5 m unter projektirte Hafensohle, bei tieferer Lage der als tragfähig angenommenen Schicht von 4 kg/qcm gemessenen Bodenwiderstandes bis mindestens 3 m unter diese, und bei schlammigen Schichten bis 20 m unter Meeresboden ausgeführt werden.

Die geringste Bohrlochtiefe wurde am östlichen Ufer der Bucht in der Nähe des Bahnhofes, wo man mehrfach auf Felsen stieß, mit 3,0 m unter Sohle bis — 4,30 m hergestellt, während die größte Tiefe im inneren Buchteingang und auf der äußeren Rhede mit 22,5 m unter Sohle bis — 27,25 m erbohrt worden ist.

Bei und in jedem Bohrloche hat man auch den Bodenwiderstand in folgender Weise ermittelt: zuerst wurde in 2 m bis 3 m Entfernung vom Bohrloch (s. Bl. 3) die kreisrunde Druckscheibe von 79,8 mm Durchmesser und 50 qcm Fläche mit ihrem 50 mm - Gasrohrgestänge auf den freien Meeresgrund aufgesetzt, dann allmählich durch aufgehängte Gewichte bis 200 kg beschwert und die jedesmalige Einsinkungstiefe gemessen; hierauf ist die Belastung und gleichzeitige Messung der Einsinkung nach und nach bis 300 kg fortgesetzt worden.

Für 200 kg Belastung entspricht die Einsinkungstiefe 4 kg/qcm Bodenwiderstand, welche bei dieser Art der Druckprobe mit verminderter Reibung am Gestängeumfang als tragfähige Schicht angenommen wurde.

Bis zu dieser Tiefe war zunächst die Verrohrung und das Bohrloch selbst herzustellen, und dann eine zweite Druckprobe im Bohrloche, wieder bis 200 kg und 300 kg Belastung, vorzunehmen.

Man wollte damit einen ungefähren Aufschluss über die geringere Tragfähigkeit der freigelegten Tiefenschicht, über die Größe der Reibung am Gestängeumfang und durch Vergleich der beiden Widerstandsbilder eine sichere Beurteilung der zulässigen Bodenbelastung gewinnen.

Die Bohrlöcher wurden, wie auf Blatt 3 ersichtlich ist, auf Hafenpegel bezogen, mit Angabe der Bodenarten und der zugehörigen Widerstandsbilder dargestellt. Hiernach erfolgte eine Gruppierung derselben für mehrere geologische Schnitte (s. Bl. 4) und für die einzelnen Bautheile des Projektes, wobei man jeweils die Tiefe der Hafensohle und die Gründungstiefe der Bauwerke einzeichnete.

Die auf Blatt 3 dargestellten und auch im Bohrplane bezüglich ihrer Lage angegebenen Bohrlöcher 6^b, 19^b, 10 und 18^a sind für die Beschaffenheit des Untergrundes zwischen dem östlichen Buchtrand und der äußeren Rhede charakteristisch; noch klarer treten die Untergrunds-Verhältnisse in den geologischen Schnitten Profil *H* und Profil *S* auf Blatt 4 zu Tage.

Man ersieht daraus, dass nur im Hintergrunde der Bucht zwischen Roca de la Familia und dem östlichen Ufer stellenweise festerer Thon, Sand, Kies und Felsen angetroffen werden, während in dem vorderen Theile der Bucht und auf der ganzen Rhede schlammiger und weicher Thon die Bodenarten sind, mit denen beim Hafenbau zu rechnen ist.

Nach den Widerstandsbildern findet sich eine Tragfähigkeit von 2 kg/qcm in 4,5 m Tiefe, von 3 kg/qcm in 6,0 m Tiefe und von 4 kg/qcm in 7,5 m Tiefe; — der Vergleich der schraffierten und gestrichelten Figuren liefs es jedoch rathsam erscheinen, bei Berechnung der Gründungstiefen höchstens 75 % dieser Tragfähigkeit vorauszusetzen, um später bei der Bauausführung gegen kostspielige Ueberraschungen möglichst gesichert zu sein.

Es sei auch erwähnt, dass die Firma G. Luther infolge Aufforderung der Hafenkommission nachträglich noch in der Bucht etwa 200 Untergrunds-Sondirungen, zur Ermittlung vorhandener Felsen im Bereiche des Kummer-Guérard'schen Gegenprojektes (s. Bl. 5), ausgeführt hat. Hierbei wurde Druckwasser in ein 2 cm-Gasrohr, das unten etwas konisch zugespitzt und mit seitlichen Spritzlöchern versehen war, gepumpt und dasselbe durch Anheben und Niederstoßen allmählich in die Tiefe gesenkt,

wobei man bekanntlich auch den Unterschied zwischen schlüpfrigem Schlamm und körnigem Sande fühlen und hören, und einen ungefähren Aufschluss über den Untergrund erhalten kann.

In dieser Weise hätten wohl die im Kontrakte vorgesehenen 1000 Punkte (s. II.) absondirt werden können; — es war aber im Rahmen der Kontraktssumme keineswegs möglich und für den Zweck der Vorarbeiten auch nicht erforderlich, „1000 Bohrlöcher“ in der beschriebenen Art mit Beschaffung der Bohr- und Druckproben sachgemäfs herzustellen.

h. Dieselbe Einsicht hat die Hafenkommission geleitet, als sie schliesslich — veranlasst durch eine vom geschäftlichen Bevollmächtigten der Firma G. Luther, Miguel Harispuru, an die Regierung gerichtete Vorstellung — von dem Verlangen, die im Kontrakte eingefügte „Baggerung eines Probekanals“ auszuführen, Abstand nahm.

Dieser Probekanal sollte 400 m Länge, 200 m Breite und 10 m Tiefe unter Niedrigwasser erhalten; da letzteres auf + 0,45 m liegt, wäre also bis — 9,5 m oder um 2,5 m tiefer, als die auf — 7,0 m liegende Sohle der Außenrhede, zu baggern gewesen.

Die Hafenkommission wollte den Probekanal vor der Einfahrt des Kummer-Guérard'schen Gegenprojektes hergestellt haben; daselbst ist jetzt — 5,25 m Tiefe vorhanden, so dass die auszubaggernde Grube 4,25 m Tiefe und — ohne Rücksicht auf das Nachfließen des Schlammes — 340 000 cbm Bodenbewegung erfordert haben würde. Das ist eine Mehrforderung, deren Kosten an sich schon die vorher für die Vorarbeiten vereinbarte Kontraktssumme übersteigen!

Wenn diese Baggerung auch ohne Weiteres möglich gewesen wäre, würde die Grube, in Mitte des ausgedehnten Schlammuntergrundes, doch alsbald wieder zugeschlämmt worden sein.

IV.

Nach den geschilderten Hafenstudien und Vorarbeiten haben die Vertreter der Firma G. Luther das auf Blatt 5 ersichtliche Projekt für den Hafen von Montevideo verfasst; in demselben konnten die gesetzlichen Forderungen (s. II) über die Lage und Anordnung, die Größe und Tiefe, sowie den stückweisen Ausbau und die mögliche spätere Vergrößerung des Hafens erfüllt und in organischen Zusammenhang mit den bestehenden staatlichen und privaten Verkehrsanlagen gebracht werden.

Das Projekt besteht aus einem Innenhafen und aus einem Vorhafen; der Innenhafen schmiegt sich in der geschützten südöstlichen Ecke der Bucht an die jetzige Hafenkaje und den Bahnhof an, er wird gegen die Bucht durch einen Hafendamm abgeschlossen und mündet vor Kopf der städtischen Halbinsel in süd-südwestlicher Richtung in den Vorhafen, dessen Einfahrt in gleicher Richtung bis an die äußere Rhede vorgeschoben ist, wodurch der von 2 Wellen-

brechern gebildete Vorhafen vor die Bucht, an das tiefe Wasser, zu liegen kommt.

A. Bei der Anlage des Vorhafens war zu berücksichtigen, dass er als „Schutzhafen“ (s. I und III, e.) bei stürmischer See aus 4 verschiedenen Richtungen: W., SW., S. und SO. (s. III, c) das Ein- und Auslaufen der Schiffe jedereit ohne Hülfe ermöglichen und deren Verkehr nach und von dem Innenhafen vermitteln soll.

Demgemäß musste ein den Winden und Wellen preisgegebener offener Hafeneinfahrts-Kanal vermieden und die Mündung des Vorhafens unmittelbar an der äußeren Rhede in einer Breite von 300 m angeordnet werden, damit die Schiffe in jeder durch den Seegang gebotenen Fahrrichtung die Einfahrt benutzen können.

Die Einfahrtsbreite wurde etwas groß bemessen, weil man die entstehenden Verhältnisse nicht genau beurtheilen und nach den späteren Erfahrungen eine Verkleinerung derselben leicht vornehmen kann.

Bei stürmischem Wetter lässt sich die Einfahrt nur mit einer entsprechenden Fahrgeschwindigkeit des Schiffes gewinnen; für den Vorhafen ist somit in den verschiedenen Einfahrtsrichtungen eine solche Ausdehnung erforderlich, dass die Schiffe genügenden Raum zum Stoppen und Beidrehen vorfinden. Für die Großschifffahrt hat man die projektierte Form des Vorhafens mit Längen von 2000 m als zutreffend erachtet; unter Freilassung der Zufahrtstrasse nach dem Innenhafen verbleibt im westlichen Theil ein Liege-raum von 250 ha Fläche, welche auch das Gesetz vorgesehen wissen will, — außerdem ist für die kleineren Schiffe noch genügend geschützter Liege-raum buchteinwärts bis zur Tiefenlinie — 4,0 m vorhanden.

Bei der heutigen Entwicklung der Großschifffahrt erschien es rathsam, die Tiefe der Hafeneinfahrt und des Hafens sofort auf — 7,0 m zu projektieren, womit bei Niedrigwasser statt der gesetzlich verlangten kleinsten Wassertiefe von 6,4 m eine solche von 7,5 m und bei gewöhnlichem Wasserstande von 8,0 m erreicht wird.

Aus diesem Grunde wurde die Mündung des Vorhafens an die eingebuchtete Stelle der Tiefenlinie — 7,0 m gelegt, woselbst durch eine geringe Baggerung der angedeutete Muldentrichter vor der Einfahrt hergestellt werden kann. Mit dieser Anordnung ist die Hafeneinfahrt zugleich über die Linie Punta Brava-Punta Yeguas hinausgeschoben, so dass sie von der Hauptströmung (s. III, d.) getroffen und offen gehalten wird.

Die Wellenbrecher haben den Vorhafen und die Zufahrt nach dem Innenhafen gegen die anstürmenden Wellen zu schützen; sie waren demnach in ihrer Richtung, Lage und Form so anzuordnen, dass die äußeren Wellen abgehalten, also abgelenkt und gebrochen werden, — und die durch die Oeffnung in den Vorhafen eindringenden Wellen bis zur inneren Einfahrt sich so weit abschwächen, dass daselbst der

Verkehr und im Innenhafen das Löschen und Laden aufrecht erhalten werden kann.

Die beiden Wellenbrecher verlaufen deshalb von der Rhede unter einem Winkel von 93° dergestalt, dass der östliche von den Südost-Stürmen unter 78° N. und der westliche von den Südwest-Stürmen unter 75° O. getroffen wird, während die Süd-Stürme beziehungsweise unter 33° N. und 60° W. anlaufen.

Der 2125 m lange östliche Wellenbrecher ist bis dicht an die städtische Halbinsel geführt und wirkt für das ein- und ausströmende Wasser als Leitdamm; um jedoch das gewünschte Abschwächen der eindringenden Wellen bis zur inneren Einfahrt zu erzielen, wurde derselbe nicht parallel zur Einfahrtsrichtung gelegt, sondern mit seiner Wurzel 600 m östlich bis Punta Teresa gerückt.

Der 2000 m lange westliche Wellenbrecher hat die Richtung nach Piedras blancas und endigt bei Roca Tagus; zwischen den genannten Felsen bleibt eine Oeffnung von 1200 m bestehen, durch welche die für die Bucht wichtigen Südwest- oder Pampero-Stürme (s. III, e.) unmittelbaren Eintritt in die nordwestliche Hälfte der Bucht behalten, während die südöstliche Hälfte der Bucht, mit der projektierten Hafenanlage, durch die Wellenbrecher geschützt wird. In dieser Oeffnung besitzt der Vorhafen noch eine zweite Einfahrt an der Tiefenlinie — 6,0 m, welche sich für den westlichen Verkehr auf dem Rio de la Plata, besonders bei Weststürmen, als zweckmäßig erweisen dürfte.

Die Wellen der Weststürme werden an Piedras blancas gebrochen und gelangen nur abgeschwächt in die Bucht und den Vorhafen, desgleichen werden die eingetriebenen südwestlichen Wellen seitlich im Vorhafen bald verflachen, so dass in diesem wohl ein bewegteres Wasser entstehen, eine störende Beeinträchtigung der Zufahrt in den Innenhafen aber nicht zu befürchten sein wird. — Um trotzdem vorzusorgen und die Möglichkeit des Auftreibens der Schiffe auf die vor Kopf der städtischen Halbinsel nicht überbauten, untiefen Felsen zu beseitigen, hat man der inneren Hafeneinfahrt noch einen besonderen Schutz gegeben, durch den um 300 m nach Süden verlängerten westlichen Hafendamm.

Wenn sich überhaupt und besonders in diesem Falle, bei der eigenthümlichen Form und Lage des Vorhafens, eine Berechnung der zu erwartenden Wellenabschwächung auch als unzutreffend erweist, so ist es doch wünschenswerth, sich davon eine ungefähre Vorstellung zu verschaffen; diese bietet bekanntlich die Näherungsformel von Stevenson:

$$\frac{h}{H} = \sqrt{\frac{b}{B}} - 0,027 \left(1 + \sqrt{\frac{b}{B}} \right) \cdot \sqrt[4]{D}.$$

Darin bezeichnet b die Breite der Hafenöffnung, H die Wellenhöhe vor derselben, h die abgeschwächte Wellenhöhe innerhalb des Hafens im Abstände D von

der Mündung, bei einer allmählichen Erbreiterung des Hafens auf B.

Nach verschiedentlichen Annahmen ergibt sich

$$\frac{h}{H} = 0,1 \text{ bis } 0,2,$$

so dass für $H = 2^m \dots \dots \dots h = 0,2^m \text{ bis } 0,4^m$,

und „ „ $= 3^m \dots \dots \dots$ „ $= 0,3^m$ „ $0,6^m$

zu gewärtigen sein würde.

In gleicher Weise gewinnt man eine ungefähre Vorstellung von derjenigen Wellenhöhe, welche die Sturmwinde auf der inneren Wasserfläche des Vorhafens etwa erzeugen können; Stevenson's Formel lautet hierfür :

$$h = 0,0105 \cdot \sqrt{D}.$$

Für die größten Längenentwickelungen

$$D = 1500^m \text{ bis } 2500^m$$

$$\text{wird } h = 0,4^m \text{ „ } 0,5^m.$$

Durch den möglichen unmittelbaren Eintritt der Südwest-Wellen in die Bucht erhält dieselbe eine zeitweilig kräftigere Wasserbewegung und Wasser-Auffrischung, was nicht allein in gesundheitlicher Beziehung, sondern auch für die Spülung und Offenhaltung der Hafeneinfahrt von Wichtigkeit ist.

Dass im Vorhafen und in der Bucht die schlammigen Ablagerungen (siehe III, d.) sich etwas vermehren werden, ist durch die beabsichtigte Wirkung der Schutzbauten begründet und lässt sich naturgemäss bei keinem Hafen mit schlickhaltigem Wasser vermeiden; es kommt nur darauf an, dass die erforderlichen Baggerungen jederzeit bequem und billig und ohne Störung der Schifffahrt auszuführen sind — was hier zutrifft, da man stets nur in geschützten Theilen zu baggern haben wird.

B. Bei Gestaltung des Innenhafens ist zunächst Gewicht darauf gelegt worden, während der ersten Bauausführungen des Hafens die vorhandene Uferkaje und die Zollschuppen dem Handel und Verkehr ungestört zu erhalten und hier erst für später bauliche Veränderungen ins Auge zu fassen, wenn sich nach Ausbau der neuen Hafenkajen das Bedürfnis dazu geltend macht.

Neben der Lage der neuen Hafenkajen zur Stadt und einer leichten und übersichtlichen Zollobewachung derselben kam noch die Anlage eines Hafenbahnhofes in Betracht, der mit der Eisenbahn und den Hafenkajen eine gute Verbindung gestattet.

Es ergab sich hiernach als zweckmässig, zur jetzigen Uferkaje parallele Hafenmolen anzuordnen, welche von einer Ostkaje ausgehen, die ihrerseits wieder parallel zur Uferstrasse längs der Eisenbahn liegt.

Die gesetzliche Forderung, im Gesamtprojekt 8000^m nutzbare Kailängen vorzusehen, führte zur Anordnung von 3 Hafenbecken, welche durch 2 Hafenmolen von 120^m Breite, 1400^m und 900^m Länge getrennt und durch beiderseitige Uferkajen südlich von

(1000 + 1140) = 2140^m Länge und nördlich von 900^m Länge begrenzt werden. Die nördliche Uferkaje reicht bis an die Felsengruppe Roca de la Familia, von wo aus der 1900^m lange Hafendamm gegen den Vorhafen zu in südwestlicher Richtung bis an die Hafeneinfahrt läuft und dort in die süd-südwestliche Richtung der letzteren auf 600^m Länge umbiegt.

An der gegenüber liegenden westlichen Ecke der südlichen Uferkaje sollen die untiefen Felsen durch eine 200^m lange Kaje überbaut und für die Einfahrt unschädlich gemacht werden (siehe A.); der dadurch gewonnene Raum dürfte für Kohlenlager in Aussicht zu nehmen sein.

Die Einfahrt in den Innenhafen erhielt 200^m Breite, während die Einfahrtsbreite in das zweite Hafenbecken auf 150^m und in das dritte Hafenbecken auf 100^m verringert ist.

Die einzelnen Hafenbecken besitzen die vorgeschriebene und für die Beweglichkeit des Schiffsverkehrs günstige Breite von 200^m, welche bei den langen Hafenbecken erforderlich erscheint, damit die Schiffe auch innerhalb der Becken gedreht werden können; im Uebrigen haben sich durch die Gestalt des Hafens grosse Wendeplätze vor dem ersten und zweiten Becken von selbst ergeben.

Durch diese langgestreckten, gegen die Einfahrt geneigten Hafenbecken erhielt der Innenhafen eine einfache, übersichtliche und für den Schiffsverkehr bequeme Anordnung, zugleich ist damit aber auch ein leichtes Ein- und Ausströmen des Wassers erzielt, was in gesundheitlicher Hinsicht verlangt werden muss.

Der Innenhafen ist gegen alle Winde geschützt; nur die Südwest-Winde werden längs des Hafendamms mächtige (s. A.), sich in die Hafenbecken verlaufende Wellen erzeugen, während die ohnehin schon durch den Cerro und Cibils abgeschwächten West-Winde (siehe III, e.) in der Längsrichtung der Becken keine den Hafenbetrieb störende Wellen bilden können; die durch die Lage der Becken bedingte zeitweilige geringe Wellenruhe ist für die Auffrischung des Wassers förderlich.

Der Hafendamm liegt in Richtung des Pampero und wird von den schwachen Westwellen der Bucht unter 45° N. getroffen, so dass er keine besondere Beanspruchung und keinen nachtheiligen Wellenüberschlag zu erleiden haben wird; die Felsengruppe Roca de la Familia bildet bei den längslaufenden Wellen des Hafendamms einen guten Wellenbrecher für die nördlich dahinter befindliche Anschüttung des Hafenbahnhofes.

Montevideo besitzt noch keinen eigentlichen Güterbahnhof; ein solcher kann in der Nähe des Hauptbahnhofes nicht angelegt werden, dazu eignet sich aber die Station Bella Vista am nördlichen Buchtufer. Es lag daher nahe, den Hafenbahnhof im Anschluss an letztere vorzusehen und zunächst nur anzudeuten, wie er ausgestaltet und mit den Hafenmolen

und Uferkajen in zweckmäßige Verbindung gebracht werden könne.

Für den Ausbau der südlichen Kaje wird das Ufer längs der jetzigen Privat-Landebrücken um 100 m vorgerückt und dadurch Raum für Lagerhäuser geschaffen, während die Uferlinie vor den zu erhaltenden Staatsspeichern bestehen bleiben und durch Ueberbauen auch der daselbst vorhandenen untiefen Felsen bis an die Hafeneinfahrt verlängert werden soll.

Der felsige Untergrund und die vortheilhafte Lage unmittelbar an der Hafeneinfahrt und an dem geräumigen Wendeplatze ließen diese Stelle besonders geeignet erscheinen für den Bau eines großen Trockendocks, in das die havarierten Schiffe stets ohne Störung des Hafenbetriebes in raschester Weise gebracht werden können.

Da Montevideo bereits 2 kleine Trockendocks besitzt (siehe I.), so genügt 1 Dock für die großen Oceanfahrer von 25 m Breite, 175 m Länge und — 7 m Drempel- und Kielstapel-Tiefe.

Die Schmutzwasser der Stadt dürfen nicht, wie bisher, in den Hafen geleitet werden (s. III, a.); es ist deshalb eine theilweise Umgestaltung der Entwässerung projektirt worden (s. Bl. 5). Nach den Gefällsverhältnissen kann von den Lagerhäusern ein Sammelkanal um den Kopf der Halbinsel geführt und dessen Ausmündung bei Punta Teresa angeordnet werden. Ein zweiter Sammelkanal muss vom Hauptbahnhofe nach Norden angelegt und, vor der Eisenbahnbrücke über den Bach Secco, unter den Gleisen hindurch in die Bucht geleitet werden, woselbst die Brandungswellen des Pampero für Wegspülung zu sorgen haben.

Die zwischen den Lagerhäusern und dem Hauptbahnhofe befindlichen Uferstraßen liegen so tief, dass zu deren Entwässerung ein Sammelbrunnen mit Pumpwerk zu erbauen ist, das die Schmutzwasser bis über die Rückenstraße hebt und dann östlich von Maua dem Meere zufließen lässt.

C. Der vorbeschriebene Innenhafen besitzt bei projektmäßigem Ausbau: 8800 m Kailänge, 620 000 qm Kailfläche und 1 200 000 qm Wasserfläche; es entfallen somit auf 1 m Kailänge 70 qm Kailfläche und 136 qm Wasserfläche.

Rechnet man bei Ausrüstung der Kajen mit mechanischen Lösch- und Ladevorrichtungen auf 1 m Kailänge 500 t Güterumschlag im Jahre, so könnte der Hafen 4 400 000 t jährlich bewältigen.

Nach den Darlegungen unter I. beträgt der gegenwärtige Güterumschlag in Montevideo rd. 1 000 000 t; sieht man für die erste Theilausführung des Hafens eine Vermehrung um 50% vor, so wären vorerst 3000 m Kailänge herzustellen, wie auf Bl. 5 angedeutet, — wozu aber noch die jetzige 1500 m lange Hafenkaje mit ihren Landebrücken für den Kleinschiffahrts-Verkehr völlig erhalten bleibt.

Es sollen in erster Linie die beiden Wellenbrecher und der innere Hafendamm gebaut werden, um alsbald die

jederzeitige Zugänglichkeit des Hafens zu ermöglichen und einen Vorhafen zu erhalten, in dem „bis zur Fertigstellung des Innenhafens“ das Löschen und Laden mit Leichterfahrzeugen bequemer und sicherer als bisher (s. I) zu bewerkstelligen ist. Im Schutze der Wellenbrecher und des Hafendammes wird auch die Baggerung allmählich auszuführen sein, wobei der Vorhafen zunächst nur die Tiefe — 6,4 m bedarf, während die Zufahrtstraße nach dem Innenhafen und die in letzterem erforderlichen Theile der Hafenbecken sofort auf — 7,0 m auszubaggern sind.

Im Innenhafen soll die jetzige Kaje, wie oben bemerkt, unberührt bleiben und an Stelle der nördlichen Kaje nur ein schwacher Steindamm (s. Bl. 6) geschüttet werden, um das Eintreiben des Schlammes in den auszubaggernden Hafenthail zu verhindern; dagegen soll die östliche Uferkaje ganz und von den beiden Hafemolen je eine Länge von 500 m hergestellt werden.

Man erkennt hieraus das Prinzip, den Ausbau des Innenhafens von der östlichen, mit der Stadt und der Eisenbahn in unmittelbare Verbindung zu bringenden Uferkaje seewärts vorzutreiben und die jeweils fertigen Theile der Hafemolen stückweise dem Umschlagsverkehr anzugliedern; in derselben Weise ist auch der Bau der südlichen Uferkaje gedacht, was bei der großen Breite der Hafenbecken ohne wesentliche Behinderung des Schiffsverkehrs ermöglicht werden kann.

Als zweite Theilausführung (s. Bl. 5) wird sich nach Bedarf die Verlängerung der beiden Hafemolen und die Herstellung des westlichen Theiles der südlichen Uferkaje bis an die Hafeneinfahrt anschließen, — während als dritte Theilausführung der Ausbau der nördlichen Uferkaje und des östlichen Theiles der südlichen Uferkaje in Betracht kommt, sofern letztere nicht schon früher auf Betreiben der Privatbesitzer in Angriff genommen worden sein sollte.

Bezüglich einer später noch weiteren Vergrößerung des Hafens sei bemerkt, dass sich dann auch der Hafendamm zu einer Kaje ausbauen und in einfacher Weise, ohne Brücken, mit den Gleisen des hierfür günstig gelegenen Hafenbahnhofes und durch eine Straße längs der Nordkaje mit der Stadt in Verbindung bringen lässt.

Ist auch dieser Theil ausgenutzt, so kann man von Roca de la Familia aus, im Anschluss an die Bahnhofsanschüttung, einen neuen Hafendamm westlich von dem jetzt projektirten herstellen und damit ein neues Hafenbecken schaffen, das neben dem alten unmittelbar in den Vorhafen, also das vorhandene tiefe und schon geschützte Wasser mündet.

D. Die Bauwerke (s. Bl. 6) müssen sämtlich in Stein ausgeführt werden, weil es in Montevideo an Busch und Bauholz für derartig große Wasserbauten fehlt.

Steine und Sand sind in der erforderlichen Güte und Menge erst in größerer Entfernung von der Bucht zu gewinnen und werden theils mit Schiffen, theils

auf der Eisenbahn heranzufahren sein. Kalk ist in guter Beschaffenheit im Lande vorhanden, wäre aber nur durch Zusatz von Traß im Wasserbau zu verwenden; es empfiehlt sich daher, für die Hafenhauten Cement vorzusehen.

Bei dem durchwegs schlammigen Untergrunde (s. III, g.) konnte nur die Herstellung schwimmender Dämme in Frage kommen, welche auf einem durch Sand und Kies verdichteten Grundbette ruhen und ihrem Gewicht entsprechend bis in die tragfähige steifere Thonschicht einsinken (s. Bl. 3 u. 4). Es zeigen deshalb die Querschnitte der Wellenbrecher und des Hafendammes die gleiche Gründungsart, wobei die Bauausführung ohne vorherige Baggerung mit unmittelbarer Schüttung des Sandbettes auf den schlammigen Meeresgrund gedacht ist.

Die Vertreter der Firma G. Luther halten eine Wegbaggerung der tiefen Schlammsschicht in Rücksicht auf Zeit, Kosten und die Wetterverhältnisse, insbesondere auf der freien Rhede (s. III, c. und e.) für ein verwegenes Unternehmen, weil man fortwährend mit dem Nachfließen des Schlammes zu kämpfen hätte und schließlich den beabsichtigten Zweck doch nur unvollkommen erreichen würde.

In den Querschnitten ist angedeutet, dass die Sand- und Kiesbettung und auch die darauf folgende Schüttung kleiner Steine von der Dammachse aus nach den Dammfüßen vorgetrieben werden sollen, während für die oberen Steinschüttungen zuerst beiderseits kräftige Fußdämme aus größeren Steinen und dann die Kernschüttungen aus gemischtem Steinmaterial herzustellen sind; mit ersterem will man die Schlammverdrängung und mit letzterem ein stärkeres Beschweren und Einsinken der Dammfüße und zugleich einen Schutz gegen das Wegspülen der inneren flach gehäuften Kernschüttung erzielen. Durch diesen allmählichen Arbeitsvorgang und die symmetrische Gestaltung der Dammquerschnitte dürfte eine langsame, möglichst gleichmäßige Bewegung und Einsinkung der Schüttungen zu erreichen sein.

Die Wellenbrecher erhalten in der Tiefenlinie — 6,0 m eine Bettbreite von 45,0 m und eine Fußbreite von 35,0 m, darüber beiderseits 1,5 fache Böschungen und in der Tiefe — 4,0 m eine Stärke von 29,0 m; auf dieser Unterlage wird an der Hafenseite mit 2,5 m Bermenabsatz und 1,5 fachen Böschungen ein Steindamm bis über Niedrigwasser geschüttet, der in + 0,8 m Höhe eine Kronenbreite von 3,0 m hat; über der verbleibenden 10,0 m breiten seeseitigen Berme wird dann die äußere Dammböschung mit 16^t und 25^t schweren Betonblöcken unten nach 2 facher und oben nach 1 facher Böschungslinie derart belegt, dass der Wellenbrecher in + 0,8 m Höhe eine Stärke von 9,0 m besitzt; auf diese Abgleichung werden schließlich 2 Blocklagen, innen abgetrept und außen mit lothrechter Stirn, bis zur Höhe von + 4,0 m regelrecht gesetzt, womit die Krone der Wellenbrecher 1,25 m über das höchste Hochwasser zu liegen kommt.

Durch diese Gestaltung der seeseitigen Böschung beabsichtigt man die Dambeanspruchung durch die anlaufenden Wellen zu vermindern, einem Ueberschlagen der Wellen über die Dammkrone vorzubeugen und ein Todtfallen der aufspritzenden Wellen auf der Blockböschung herbeizuführen.

Es ist selbstverständlich, dass die für den örtlichen Wellenangriff günstigste Profilform erst während der Bauausführung durch die Beobachtung der Wellenwirkung an den ersten fertigen Dammtheilen ermittelt werden kann.

An den Enden der Wellenbrecher soll je ein Brunnen von 8,0 m Durchmesser bis — 20,0 m Tiefe abgesenkt und um diesen der Dammkopf aus Steinen und Blöcken hergestellt werden, wie auf Blatt 6 zu ersehen ist.

Diese festgegründeten Brunnen dürften etwaige größere Damabrutschungen nach der Hafeneinfahrt zu abhalten und bieten für die Hafenfeuer und Signalhäuschen feste Punkte, da der Dammkörper in den ersten Jahren noch unvermeidliche Bewegungen und Versackungen durchmachen wird.

Der innere Hafendamm hat an der Einfahrt in der Tiefenlinie — 5,0 m eine Bettbreite von 35,0 m und eine Fußbreite von 27,0 m; er wird mit beiderseits 1,5 fachen Böschungen bis über Niedrigwasser geschüttet und erhält in + 1,0 m Höhe eine Breite von 9,0 m; hier wird an beiden Rändern eine 1,0 m breite Berme abgepflastert und dann ein Damm mit gepflasterten 1 fachen Böschungen und 3,0 m Kronenbreite bis zur Höhe + 3,2 m hergestellt. Die Dammkrone liegt somit nur 0,45 m über höchstem Hochwasser, was im Hinblick auf die geschützte Lage und geringe Wellenhöhe (siehe B.) genügend erscheint. — Im Uebrigen lässt die Kronenbreite des Hafendammes und der Wellenbrecher eine sich etwa erforderlich zeigende geringe Erhöhung der Dämme später noch ausführen.

Bei Berechnung der wahrscheinlichen Einsinkungstiefen der Dämme wurden folgende Gewichte vorausgesetzt:

- 1) für 1^{cbm} gesetzte Betonblöcke über Wasser..... $\gamma = 2,3^t$,
- 2) für 1^{cbm} Granitsteindamm über Wasser..... $\gamma_o = 2,1^t$,
- 3) für 1^{cbm} Dammschüttung unter Wasser aus Kies, Steinen oder Blöcken, durchschnittlich $\gamma_u = 1,1^t$.

Bedeutet h^m die Dammhöhe über dem niedrigsten Niedrigwasser und t^m die Einsinkungstiefe des Dammes unter dem niedrigsten Niedrigwasser, so ergibt sich, in Berücksichtigung der Erwägungen über den erprobten Bodenwiderstand (s. III, g.), die zulässige Untergrunds-Belastung zu

$$(0,75 \cdot x) \text{ kg/qcm} = 0,1 \cdot (h \cdot \gamma_o + t \cdot \gamma_u)$$

und an der Hand der Widerstandsbilder die Einsinkungstiefe t^m an der betreffenden Stelle.

Längs der Wellenbrecher soll im Hafen ein Schutzstreifen von 100^m Breite und längs des Hafendammes ein solcher von 50^m Breite liegen bleiben und durch Bojen bezeichnet werden (s. Bl. 5 und 6); die Ausbaggerung der Hafentiefe und der Schiffsverkehr ist nur bis an diese Bojen gestattet, damit die Dämme gegen Rutschungen und die Innenböschungen gegen Wellenangriff gesichert bleiben.

Im Innenhafen wird im Schutze des Hafendammes, also bei ruhigem Wasser, in den neuen Hafenbecken zunächst die Hafentiefe — 7,0^m und dann längs der Ufermauern deren Gründungstiefe — 8,0^m auszubaggern sein; soweit sich an der Ostkaje fester kiesiger Sand findet, können darauf die Mauerblöcke ohne Weiteres gesetzt werden, die stellenweise vorhandenen Felsen sind bis mindestens — 7,0^m Tiefe abzusprengen und über ihren Spitzen durch eine Schüttung groben Steinschlags in — 6,5^m für die zweite Blocklage abzugleichen. Zum größten Theile wird man aber den weichen Thon bis — 11,0^m Tiefe ausbaggern und ein widerstandsfähiges Grundbett durch lagenweise Schüttung von Sand, Kies und kleinen Steinen bis — 8,0^m herstellen müssen (s. Bl. 6), weil etwaige größere Versackungen der Mauern für den Bau und Hafenbetrieb bedenkliche Störungen verursachen könnten.

Das Mauerprofil ist unter ungünstigen Voraussetzungen mit $3 \frac{1}{4} \text{ qm}$ Kaiauflast für eine größte Kantenpressung von $3,0 \text{ kg/qcm}$ in — 8,0^m Tiefe berechnet, welcher das Grundbett widerstehen muss.

Damit die Baugrube gegen ein Nachfließen des dahinter liegenden schlammigen Bodens gesichert bleibt, soll auf das Grundbett bis — 5,0^m ein Steindamm von 2,0^m Kronenbreite geschüttet werden, der später den Fußdamm für die Steinschüttung hinter der Blockmauer bildet, welche zur Entlastung derselben und zur Verhinderung einer Ausspülung der Hinterfüllungs-erde durch die breiten Blockfugen vorgesehen worden ist.

Die Ufermauer wird von — 8,0^m bis + 1,0^m aus wagerecht zu setzenden Betonblöcken profilmäsig mit 7,0^m Fußbreite und 4,25^m oberer Breite herzustellen sein; die Blockgrößen sind für ein Gewicht von etwa 20^t bemessen, um mit handlichen schwimmenden Kränen arbeiten zu können.

Auf der oberen abgeglichenen Blocklage wird eine Mauer mit ausgespartem Kanal für die Unterbringung der Rohre und Leitungen der Kajeausrüstung aufgeführt, deren Deckplatte auf + 4,40^m, also 1,65^m über höchstem Hochwasser, 2,90^m über Mittelwasser und 3,95^m über Niedrigwasser liegt (s. Bl. 6).

Diese Höhe steht in Uebereinstimmung mit der vorhandenen Kajehöhe beim Zollhause (s. Bl. 4) und ist auch für die Schienenhöhe des Hafenbahnhofes bedingt, dessen Anschluss an das Gleis nach der Station Bella Vista auf + 4,76^m erfolgen muss (s. Bl. 4, Profil S).

Um das Grundbett des etwas vortretenden Mauerfußes gegen Auskolkungen durch die Schrauben-

wirkungen der an- und abfahrenden Dampfer zu schützen, ist der vordere Theil der Baugrube bis zur Hafensohle — 7,0^m durch eine Steinschüttung mit gegen die Mauer unter 1:3 anschrägender Böschung zu verfüllen.

Da eine solche Mauer sehr schwer in genauer Vorderfläche zu setzen und in Folge der unvermeidlichen kleinen Sackungen zu erhalten ist, hat man von vorn herein eine Ausrüstung derselben mit Reibhölzern vorgesehen, welche den vorderen, 0,3^m breit projektirten, beim Bau sich ändernden, 2 Blockabsätzen anzupassen sind.

Wie die 120^m breiten Hafenmolen und die 100^m breiten Uferkajen mit Straßen, Gleisen, Schuppen, Speichern und Kränen zu bebauen sind, sollte erst im Hauptprojekte (siehe II.) bearbeitet werden, nachdem die Hafenkommission die Handelsbedürfnisse genau ermittelt und festgestellt hat.

E. Nach sorgfältig erhobenen Arbeits- und Preisanalysen ist, entsprechend den örtlichen Verhältnissen und der nothwendig vorauszusetzenden Geschäftsschwankungen, sowie in Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheit einer derartigen Unternehmung die unter C. und D. dargelegte erste Theilausführung des Hafenprojektes auf 7 Baujahre und 74 000 000 *M* veranschlagt worden.

Infolge des schlechten Baugrundes stellt sich die technische Ausführung schwieriger und demgemäß die Hafenanlage kostspieliger als man ursprünglich, ohne genaue Kenntnis der Verhältnisse, in den interessirten Kreisen annahm; — trotzdem lässt sich die Wirthschaftlichkeit der Hafenanlage, allerdings „ohne hochgespannte“ Verzinsung des Anlagekapitals, schon bei einer Vermehrung des Güterumschlages um 25 % (siehe I. und C.) nachweisen.

Dass dieser Handelsaufschwung nach Fertigstellung des Hafens eintreten wird, ist bei der günstigen Lage Montevideos und dem aufstrebenden Staatswesen Uruguays zu erwarten.

V.

Das Gegenprojekt von Kummer und Guérard (s. Bl. 5) sollte nach der Auffassung der Hafenkommission nur einige Abänderungen am Projekte der Firma G. Luther enthalten; als diese Abänderungen der Firma mitgetheilt wurden, erkannte sie, dass man wohl den Ort des Hafens und auch die Art der Gründung und Ausführung der Bauwerke beibehalten, aber ein anderes Projekt skizzirt habe, dessen Prinzipien dem ihrigen entgegengesetzt seien.

a. Der Vorhafen ist vom tiefen Wasser entfernt, 1,7^{km} buchteinwärts, angelegt (siehe II) und durch einen nach der Rhede zu baggernden ungeschützten Einfahrtskanal zugänglich zu machen.

Dadurch geht die Möglichkeit verloren, in den Hafen jederzeit bei allen Sturmrichtungen einlaufen zu können; der Vorhafen vermag somit die Aufgabe

eines „Schutzhafens“ nicht zu erfüllen, weil die Schiffe bei gewissen Sturmrichtungen auf der Außen-Rhede verbleiben müssen (siehe IV, A.).

Die Lage, Richtung, Breite und Tiefe des offenen Einfahrtskanals stimmt mit der im Vorhafen des Projektes der Firma G. Luther geschützt liegenden Zufahrtstraße nach dem Innenhafen überein; es wurden nur die Wellenbrecher beseitigt, nach innen verschoben und im Sinne des Uhrzeigers um etwa 34° gedreht, — wobei, wie im Projekte der Firma G. Luther, der östliche Wellenbrecher an die städtische Halbinsel dicht anschliesst und der westliche Wellenbrecher an der durch Roca Tagus gelegten Südwest-Linie endigt.

Den östlichen Wellenbrecher laufen hiernach die Wellen bei Südost-Stürmen unter 67° W. und bei Süd-Stürmen unter 68° O. an, während der westliche Wellenbrecher von den Südwest-Stürmen unter 73° W. und von den Süd-Stürmen unter 28° W. getroffen wird. Gegen die Wellen der West-Stürme ist der Vorhafen durch Cibils und Piedras blancas geschützt. Die Einfahrtsbreite des Vorhafens beträgt 250 m und die Längen-Ausdehnung desselben in der Einfahrtsrichtung rd. 1350 m .

Die beiden Wellenbrecher sind zusammen halb so lang wie diejenigen im Projekte der Firma G. Luther, es wird damit ein Vorhafen von nur etwa 65 ha nutzbaren Liegeraumes westlich der Zufahrt nach dem Innenhafen gebildet, während im Gesetze 250 ha verlangt sind; östlich von der genannten Zufahrt können Schiffe nicht liegen, wegen der untiefen Felsen, welche im Vorhafen als „Wellenbrecher“ erhalten bleiben sollen.

Der durch die Wellenbrecher noch geschützte innere Theil der Bucht ist als Liegeraum nur in beschränktem Maße und nur von kleinen Schiffen benutzbar, desgleichen die zweite Einfahrt um das nordwestliche Ende des westlichen Wellenbrechers.

Der äußere 200 m breite Einfahrtskanal wird von der Hauptströmung quer (s. Bl. 2), von den West- und Südost-Stürmen unter ungefähr 67° N. und von den Südwest- und Süd-Stürmen unter 23° N. getroffen. — Es ist also bei West- und Südost-Stürmen die Einfahrt nicht möglich, weil die Schiffe auf die Böschungen getrieben werden; bei Südwest- und Süd-Stürmen kann die Einfahrt nur geschehen, wenn das Schiff vor dem Winde eine große Geschwindigkeit entwickelt, — für diesen Fall dürfte aber der Vorhafen keine genügende Länge zum Stoppen des Schiffes bieten, auch ist bei Südwest-Stürmen die Gefahr vorhanden, dass das Schiff beim Stoppen hinter der Einfahrt auf die rechts liegenden untiefen Felsen auffährt.

Durch die Querströmungen und das Aufschlagen der Wellen auf die Kanalböschungen dürfte der Einfahrtskanal stark verschlammten (siehe III, h.); die erforderlichen Baggerungen erschweren und behindern den Verkehr der Schiffe, zudem sind die Baggerarbeiten im ungeschützten Kanale zu sehr vom Wind und Wetter abhängig (siehe III, c.), schon bei

mäßigem Seegange nicht ausführbar (siehe I) und darum kostspielig.

Die längs des Einfahrtskanals in den Vorhafen einlaufenden Wellen können sich in letzterem bis zur Einfahrt in den Innenhafen nicht genug abschwächen und treffen dort die ein- und ausfahrenden Schiffe breitseits, wodurch der Verkehr ein schwieriger wird. Die Wellenbrandung an den untiefen Felsen hinter dem östlichen Wellenbrecher wird daran nicht viel ändern, sondern durch den Rückprall der Wellen nur unruhigeres Wasser erzeugen, was für die Ein- und Ausfahrt unbequem ist.

Da das nordwestliche Ende des westlichen Wellenbrechers mit Roca Tagus in derselben Südwest-Richtung liegt, so findet das unmittelbare Einlaufen der Pampero-Wellen in die Bucht in derselben Breite statt, wie nach dem Projekte der Firma G. Luther.

Die durch die Lage des westlichen Wellenbrechers trichterartig gestaltete Buchtöffnung bedingt unstreitig ein kräftiges Einlaufen der Südwest-, Süd- und Südost-Wellen in die innere Bucht, was dieser zwar dienlich ist, im Vorhafen jedoch auch größere Wellen und bewegteres Wasser erzeugen wird.

Für den Ausfluss des Wassers aus dem Vorhafen und die Spülung der Einfahrt wirkt hier der westliche Wellenbrecher als Leitdamm.

β. Der Innenhafen ist nach dem Vorbilde des Hafens in Marseille gestaltet; die kurzen Zungenmolen stehen zur jetzigen am Nordufer der Stadt gelegenen Hafenkaje senkrecht, erscheinen also gegen die langen Hafenmolen des Projektes der Firma G. Luther um 90° gedreht; längs des Ostufers der Bucht sind die Zungenmolen nicht senkrecht, sondern in derselben schrägen Richtung zur Uferkaje angeordnet, wie im Projekte der Firma G. Luther.

In einer Entfernung von 550 m zieht sich der Hafendamm parallel zur südlichen und östlichen Uferkaje hin; er besitzt an der Hafeneinfahrt und zum Abschlusse der einzelnen Hafenbecken 100 m lange senkrechte Hakendämme, welche je einer Zungenmole gegenüberstehen.

Bei dieser Anlage des Hafens muss mit der Bauausführung an der jetzigen Hafenkaje begonnen werden, bevor noch ein genügender Ersatz für den Schiffs- und Handelsverkehr geschaffen ist (s. IV, B.), wodurch eine Störung des Hafenverkehrs verursacht wird. — Es werden dadurch aber noch besondere Schwierigkeiten und Kosten entstehen, weil von vornherein mit den Privat-Uferbesitzern gerechnet werden muss, welche nicht allein für ihre Uferlängen, sondern auch für ihre bestehenden Verkehrsanlagen und ihr Handelsgeschäft zu entschädigen sein werden.

Die einzelnen abgeschlossenen Hafenbecken sind gegen alle Winde und Wellen gut geschützt; die in gesundheitlicher Beziehung wichtige Spülung und Wasserauffrischung derselben dürfte dabei aber zu wünschen übrig lassen.

Die Einfahrtsbreite in den Innenhafen und auch die Durchfahrt nach dem zweiten Hafenbecken beträgt 100^m, während die Durchfahrt nach den buchteinwärts liegenden dritten und vierten Hafenbecken auf 50^m Weite bemessen ist; durch diese jeweils am nördlichen Hafenende befindliche kleine Oeffnung soll eine Spülung der winkeligen und häufig ihren Querschnitt ändernden Hafenbecken erzielt werden; es dürfte aber dadurch aus dem nördlichen Theile der Bucht viel Sand und Schlamm in den Hafen gespült und in den von der Fahrstrasse seitlich gelegenen todtten Becken abgelagert werden, so dass im Hafen eine vermehrte Baggerung erforderlich wird.

Die Molenbreiten sind wie im Projekte der Firma G. Luther mit 120^m beibehalten; die Lage der Molen gestattet überall eine leichte Verbindung mit der Stadt, bedingt aber eine schwierige und kostspielige Gleisverbindung schon bei der ersten Theilausführung, weil die Gleise bis zum jetzigen Zollhause längs der zum Theil im Privatbesitze befindlichen Ufer hergestellt werden müssen.

Der Hafenbahnhof soll denselben Anschluss, wie im Projekte der Firma G. Luther, an die Station Bella Vista erhalten, jedoch ganz an der Ostkaje entlang angelegt werden.

In der südöstlichen Ecke des Hafens wurden 3 Trockendocks vorgesehen; die havarierten Schiffe müssen somit durch die ganze Länge des Hafens geschleppt werden, wodurch der durch die erforderlichen rechtwinkeligen Drehungen der Schiffe ohnehin schon schwierige Hafenverkehr Störungen erleidet.

Die Ableitung der städtischen Schmutzwasser soll in derselben Weise wie im Projekte der Firma G. Luther geschehen.

γ. Die 3 Theilausführungen sind auf dem Plane (s. Bl. 5) in gleicher Art wie beim Projekte der Firma G. Luther kenntlich gemacht.

Als erste Theilausführung sollen zunächst die beiden Wellenbrecher und der innere Hafendamm bis zum Abschlusse des zweiten Hafenbeckens und der Steindeich für die Anschüttung des Hafenbahnhofes hergestellt werden; daran anschließend hätte das Ausbaggern des äusseren Hafeneinfahrts-Kanals, des Vorhafens und der inneren Hafenbecken bis — 7,0^m Tiefe

zu erfolgen, und schliesslich wären die Zungenmolen A bis E mit den zugehörigen Uferkajen auszubauen, — während die Trockendocks mit den zugehörigen Kaje-mauern „erst später“ zur Ausführung gelangen sollen.

Damit würden rd. 4000^m nutzbare Kailänge geschaffen werden, und zwar — unter Beseitigung der jetzigen Hafenkaje mit ihren Landebrücken (s. IV., C.).

Die zweite und dritte Theilausführung ist immer mehr buchteinwärts tief auszubaggern und immer entfernter von der Hafeneinfahrt herzustellen, so dass man schliesslich bei der winkeligen Hafenform mit dem Hafenverkehre in Schwierigkeiten gerathen wird.

δ. Die Bauwerke des Gegenprojektes (s. Bl. 6) zeigen in dem wichtigsten Theile, der Gründung, das gleiche Verfahren wie im Projekte der Firma G. Luther und stimmen auch in ihren Kronenhöhen im Wesentlichen damit überein.

Die Gestaltung der Profile bleibt zunächst immer Ansichts- und Geldsache und wird bei derartigen Projekten nicht mit einem Wurf gelöst, sondern zumeist erst durch die örtlichen Erfahrungen endgültig bestimmt (siehe IV, D.).

Das Aufführen der Kronenmauer auf den Wellenbrechern dürfte wegen der Wetterverhältnisse (siehe III, c. und e.) beschwerlich und kostspielig sein, zudem bei der jahrelangen Bewegung dieser Dämme grosse Unterhaltungskosten erfordern.

Bei den Ufermauern erscheint das schräge Abgleichen des Grundbettes unter Wasser und das schräge Versetzen der Blöcke schwierig; es ist daher zweifelhaft, ob man die gewünschte glatte Vorderfläche der Mauer beim Bau erzielen wird und ob man nicht schliesslich doch noch Reibhölzer anbringen muss.

ε. Für die unter γ angegebene erste Theilausführung des Gegenprojektes von Kummer und Guérard werden 8 Jahre Bauzeit und 55 000 000 *M* Baukosten angegeben, während das Projekt der Firma G. Luther (s. IV, E.) auf 74 000 000 *M* veranschlagt ist. — Dieser Kostenunterschied erklärt sich aus den verschiedenen Annahmen der Einheitspreise.

Die Veranschlagung der beiden Projekte auf Grund gleicher Einheitspreise geht aus der folgenden Tabelle hervor.

B a u s u m m e n .

V e r a n s c h l a g t	Projekt der Firma G. Luther	Gegen-Projekt von Kummer und Guérard
mit den Einheitspreisen der Firma G. Luther	74 000 000 <i>M</i>	82 000 000 <i>M</i>
mit den Einheitspreisen von Kummer und Guérard	53 000 000 <i>M</i>	55 000 000 <i>M</i>

Die deutsche Industrie und das deutsche Kapital dürften sich nicht geneigt zeigen, eine derartig schwierige, überseeische Bauausführung nach der Ver-

anschlagung des Kummer - Guérard'schen Gegenprojektes zu übernehmen (s. II).



Prof. Hans Arnold:
Die Hafenanlage für Montevideo.

Vorarbeiten der Firma G. Luther.



Die Tiefenverhältnisse
der Bucht des
Rio de la Plata.

Zeichenerklärung.

- Tiefenlinien in Faden (1,83 m)
- * Hafenfeuer.
- ⊛ Leuchthurm.
- ⊛ Feuerschiff.

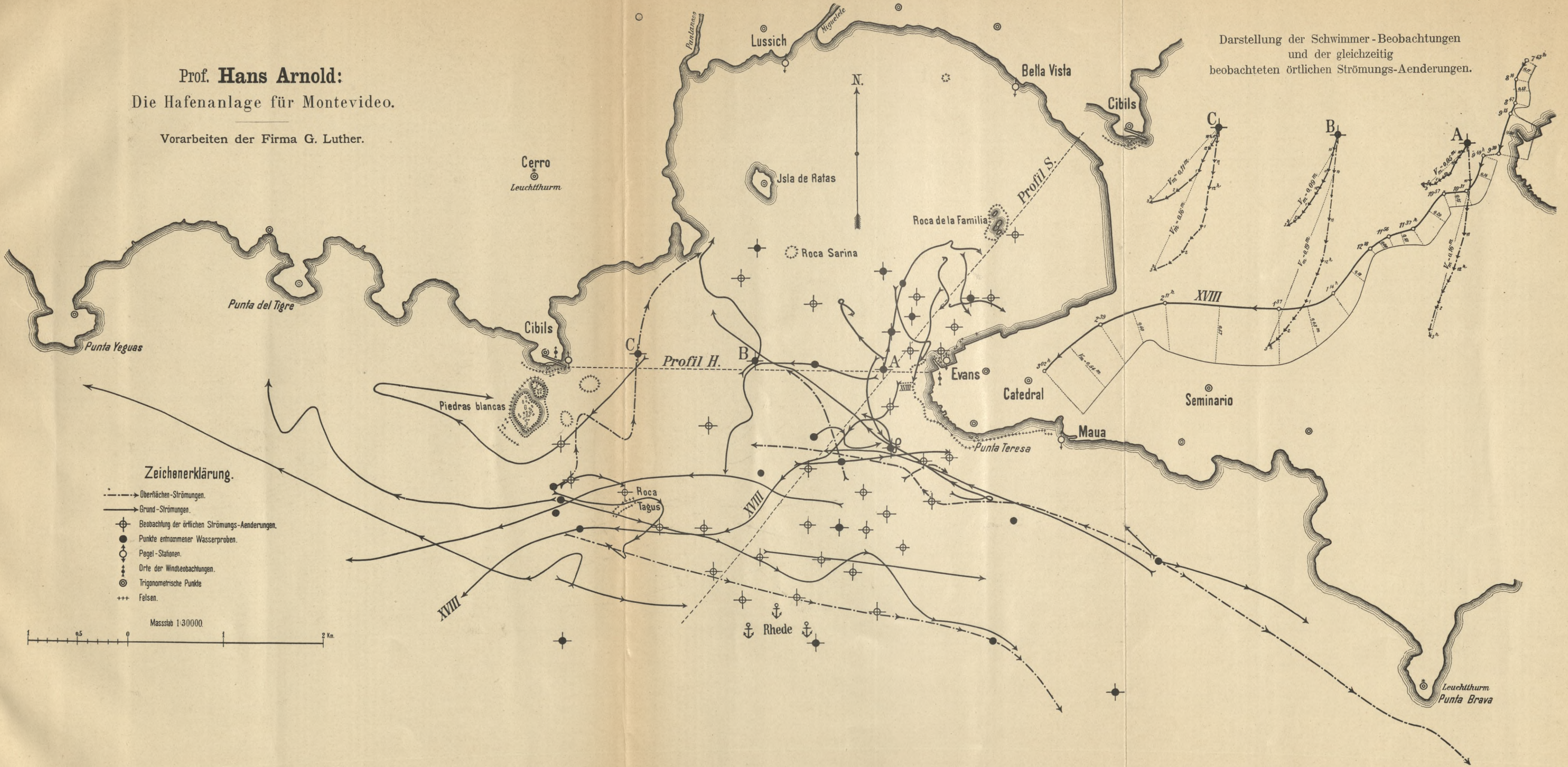
Bemerkung.

Die Tiefenlinien sind nach der Englischen Seekarte,
Ausgabe 1894, gezeichnet.

Uebersichts-Plan
der Wasserstands-, Wind- und Strömungs-Beobachtungen.

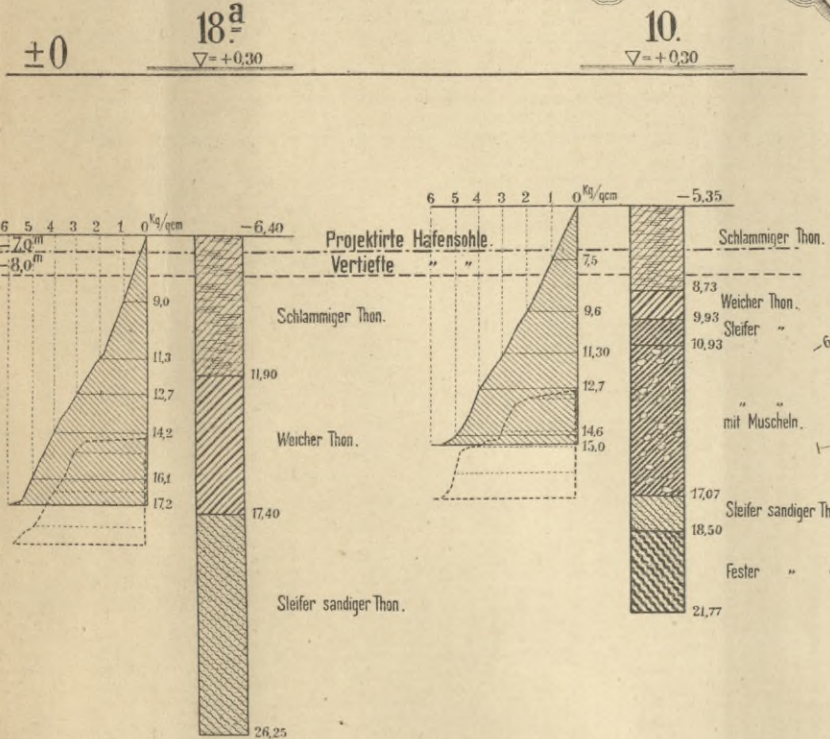
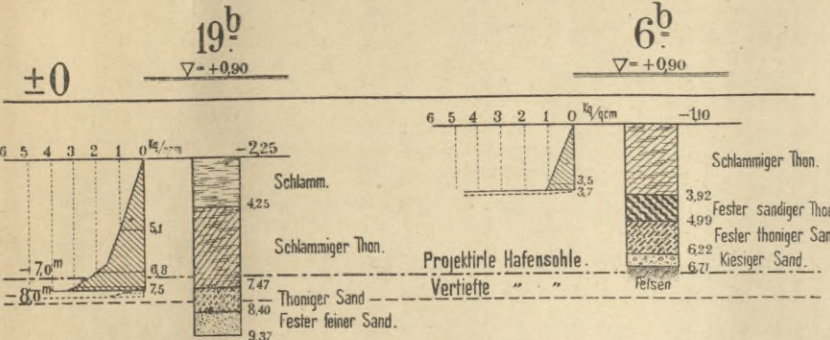
Prof. **Hans Arnold:**
Die Hafenanlage für Montevideo.
Vorarbeiten der Firma G. Luther.

Darstellung der Schwimmer-Beobachtungen
und der gleichzeitig
beobachteten örtlichen Strömungs-Änderungen.

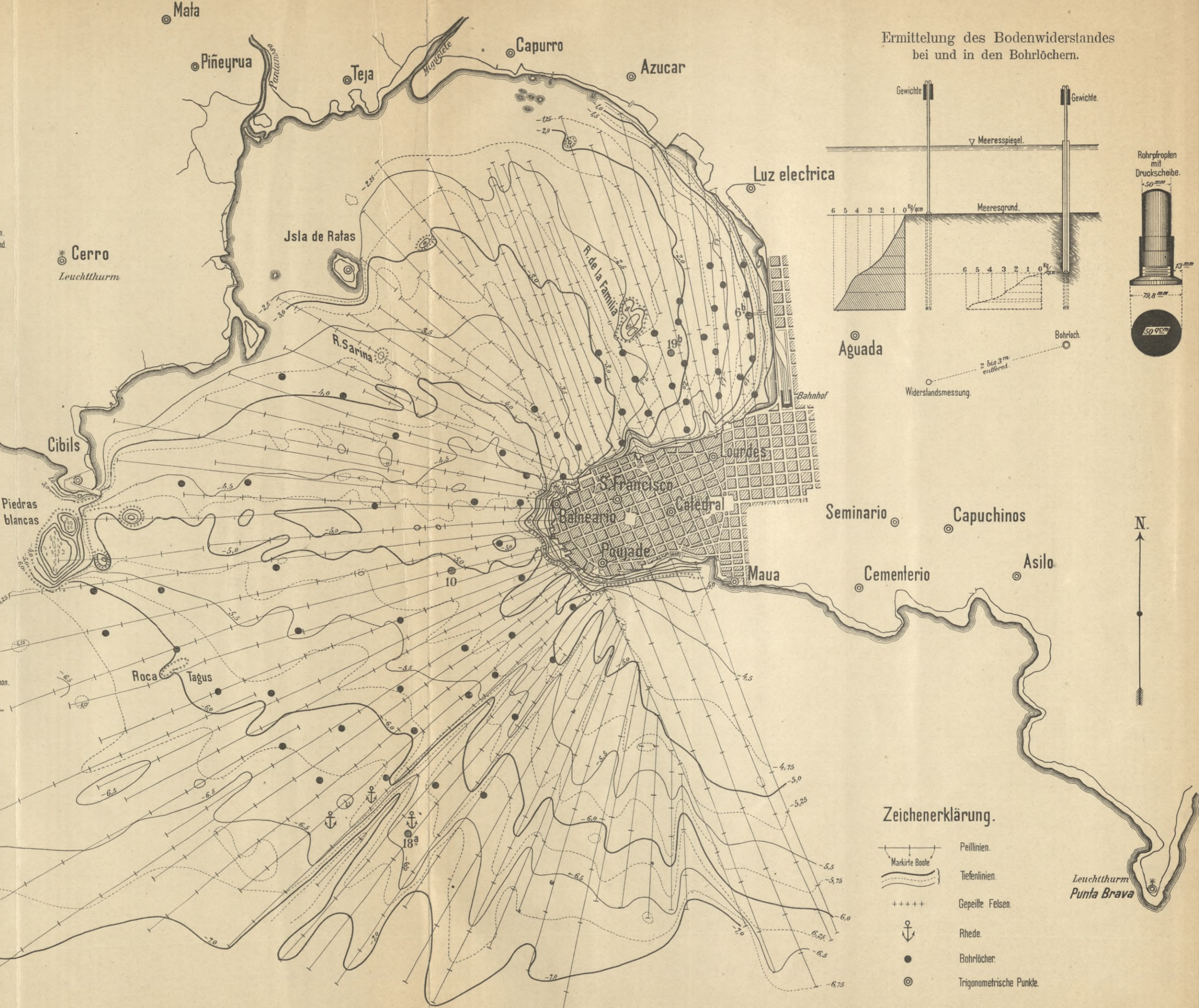


Peil- und Bohr-Plan.

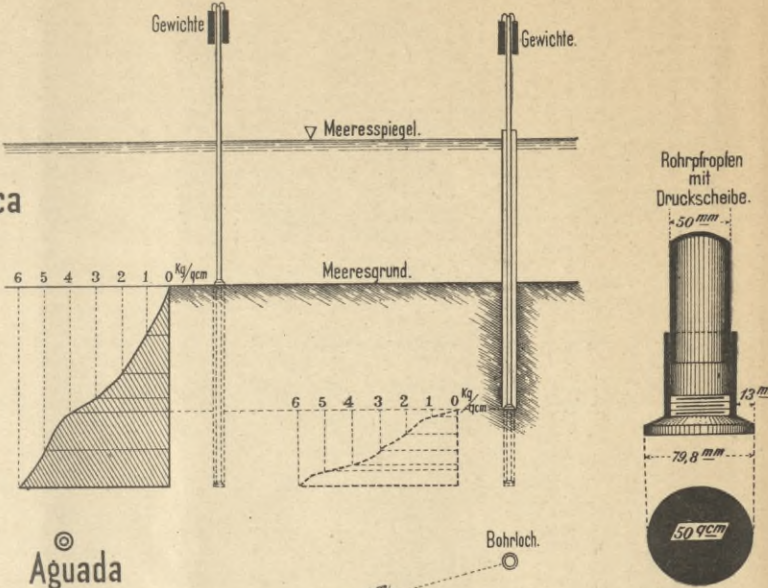
Prof. Hans Arnold:
Die Hafenanlage für Montevideo.
Vorarbeiten der Firma G. Luther.



Bohrlöcher.



Ermittlung des Bodenwiderstandes
bei und in den Bohrlöchern.

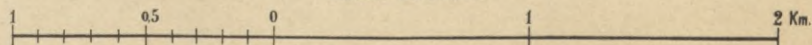


Widerstandsmessung.
2 bis 3 m
entfernt.

Zeichenerklärung.

- Peillinien.
- Tiefenlinien.
- Gepeilte Felsen.
- Rhede.
- Bohrlöcher.
- Trigonometrische Punkte.

Massstab 1:30000.

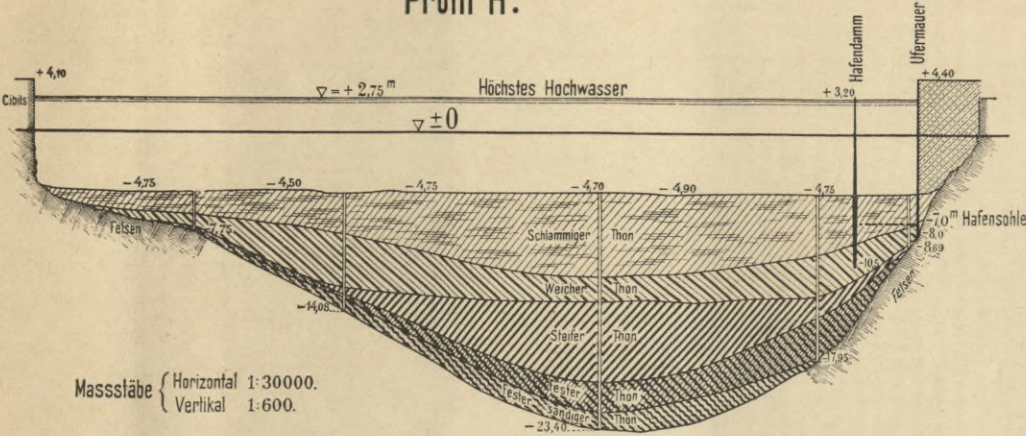


Prof. **Hans Arnold:**
Die Hafenanlage für Montevideo.

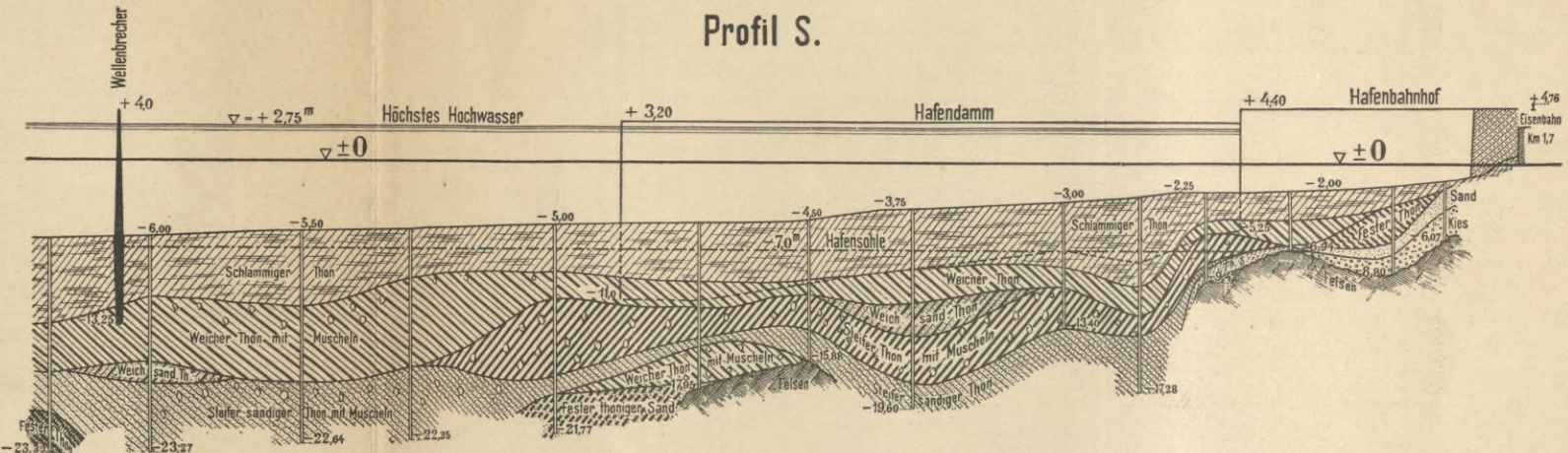
Vorarbeiten der Firma G. Luther.

Geologische Schnitte durch die Bucht
(siehe Blatt 2 und 3).

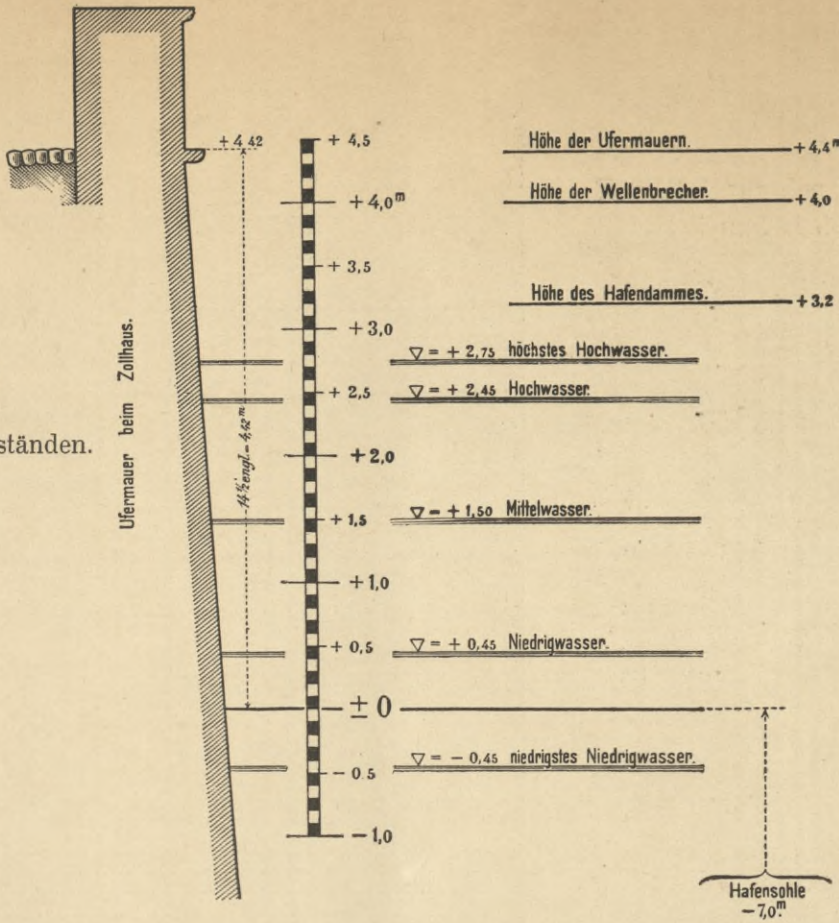
Profil H.



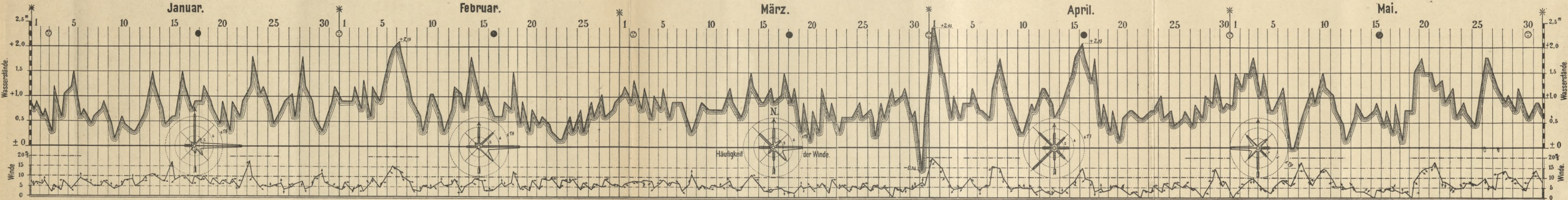
Profil S.



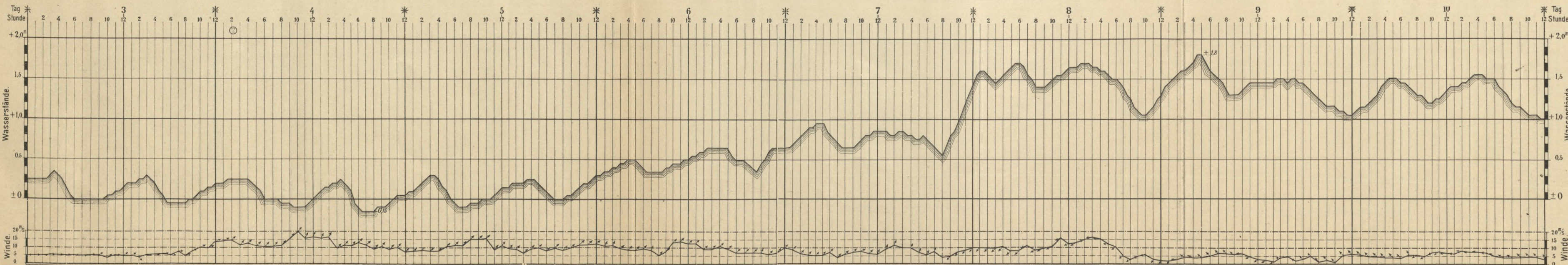
Hafenpegel
mit den
massgeblichen Wasserständen.



Wasserstände und Winde — beobachtet im Jahre 1893 in Cibils.



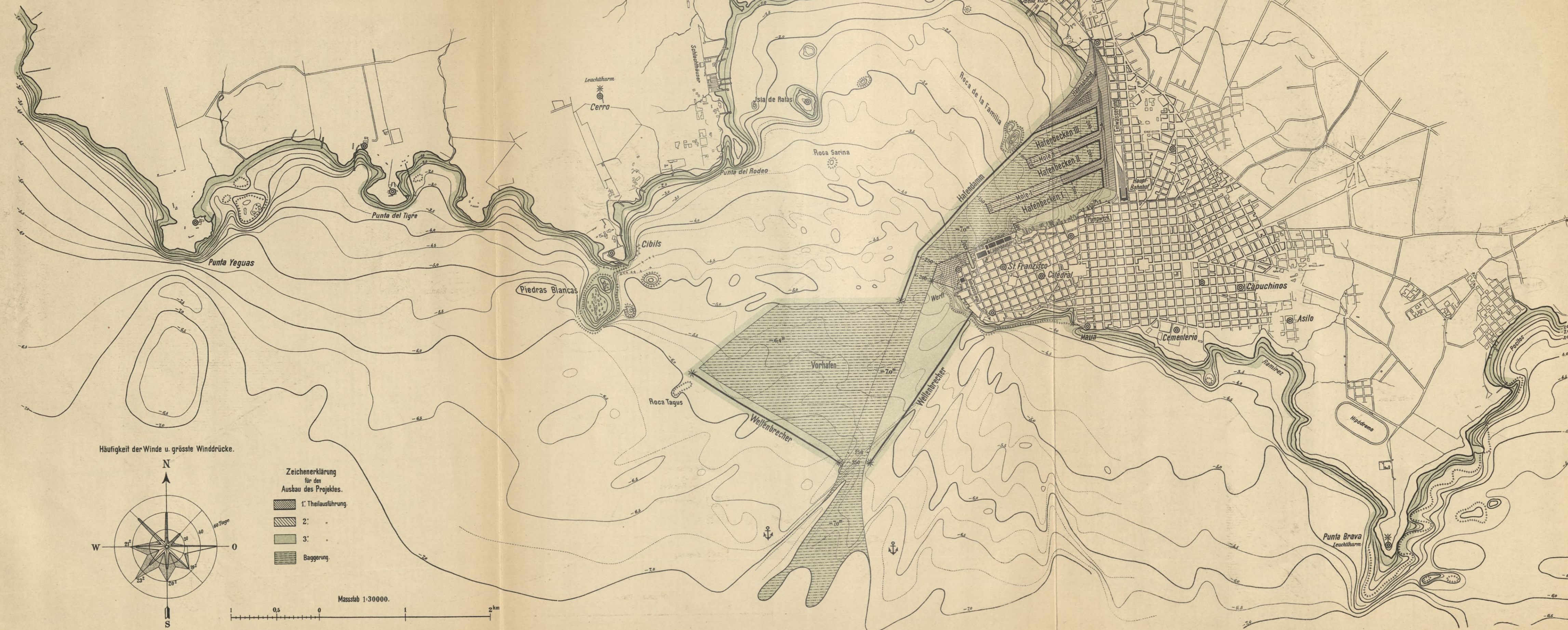
Fluthlinie — beobachtet im September 1895 am Pegel in Cibils.



Prof. Hans Arnold:
Die Hafenanlage für Montevideo.

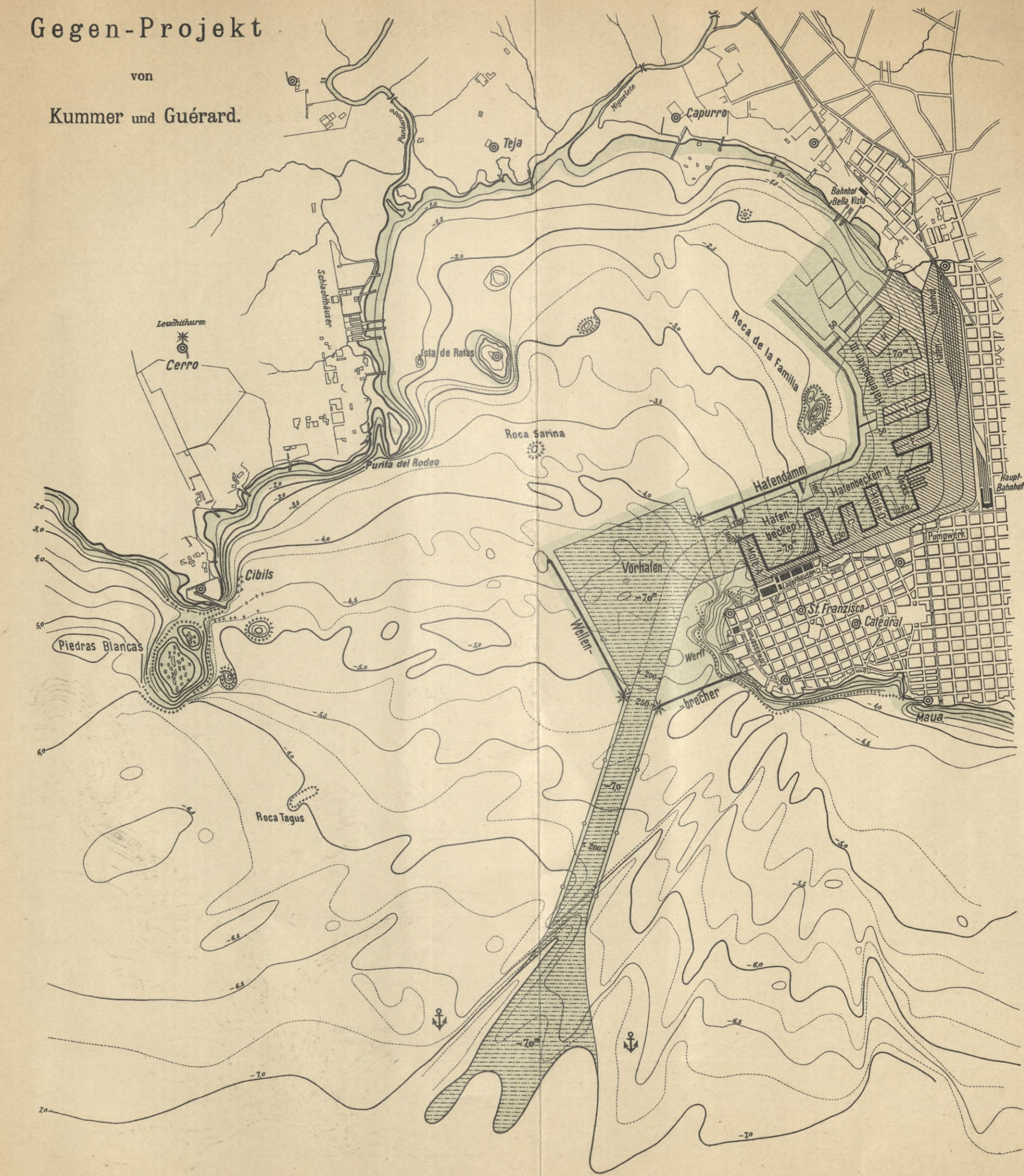
Projekt der Firma G. Luther

von
Arnold und Waldorp.

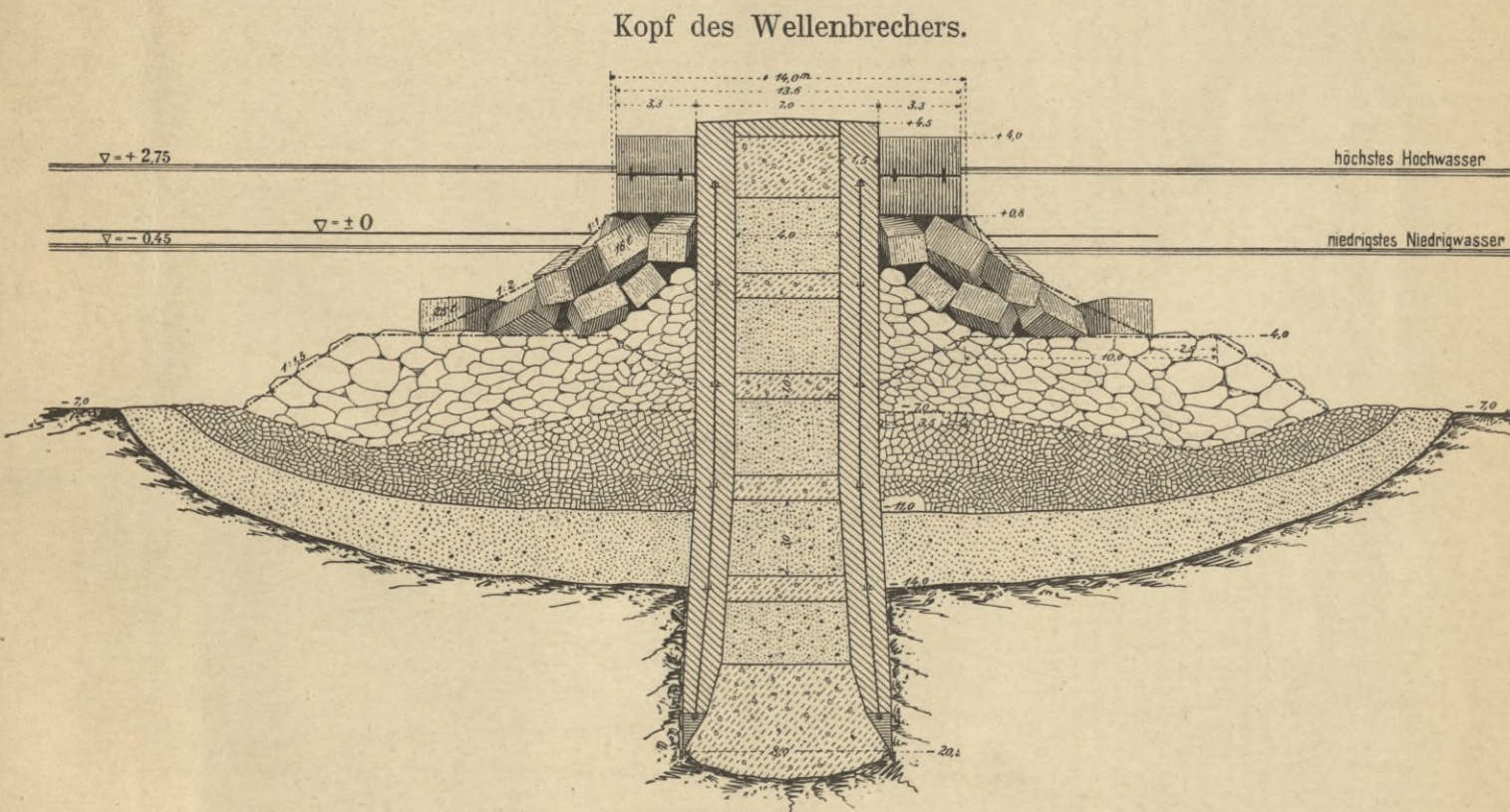
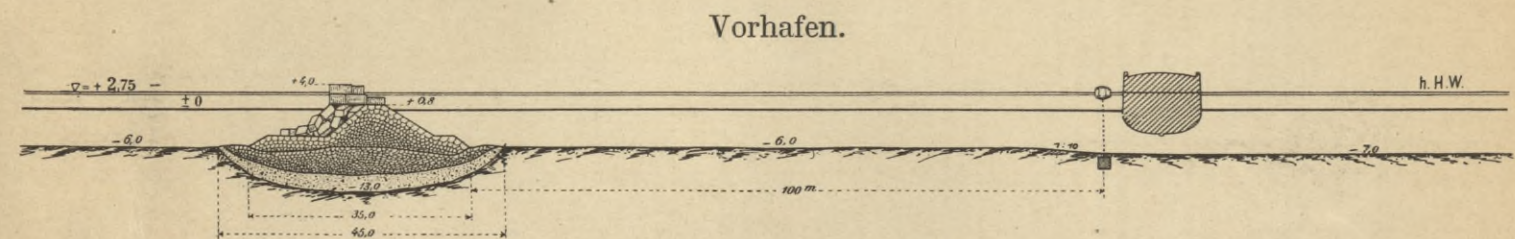
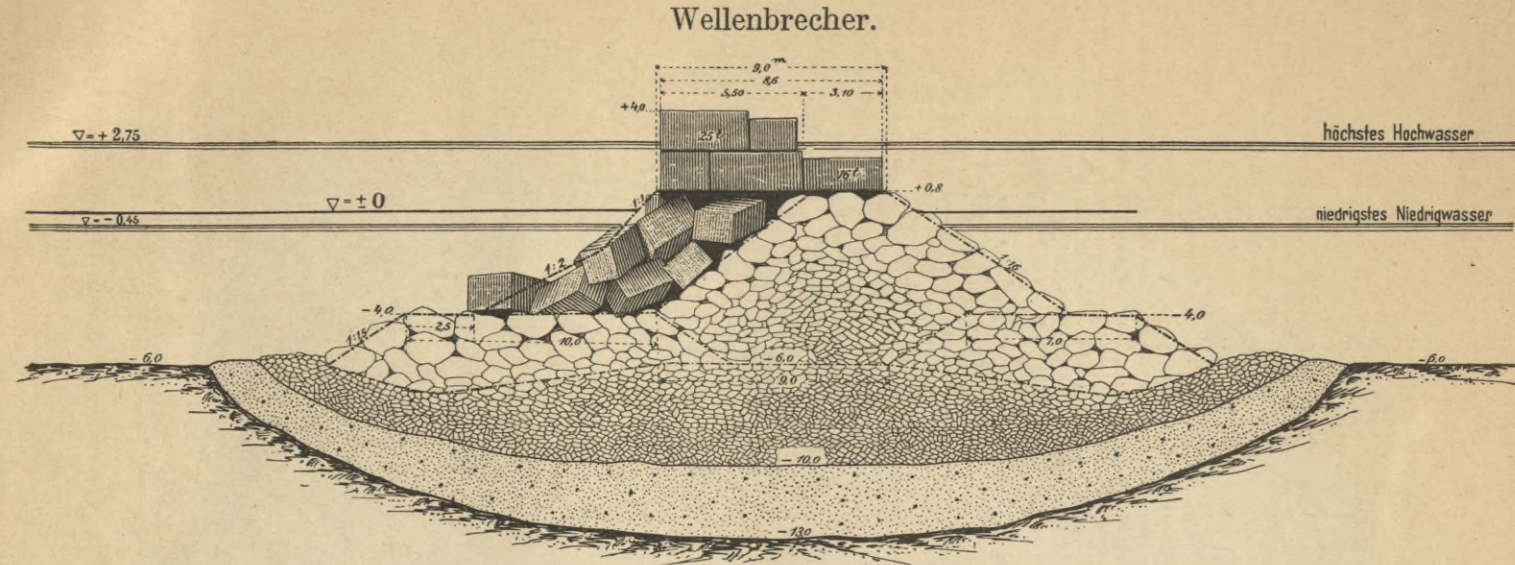


Gegen-Projekt

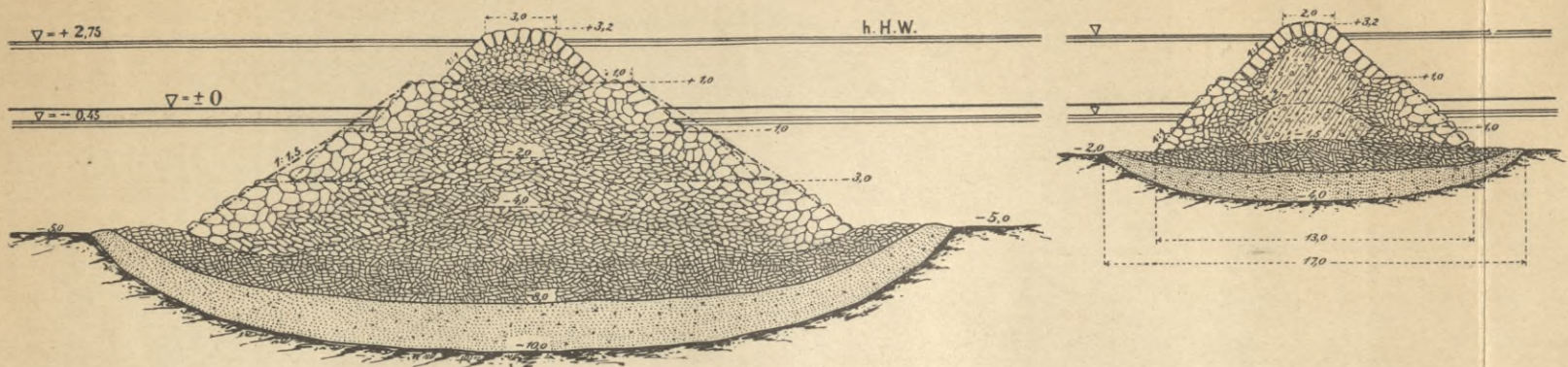
von
Kummer und Guérard.



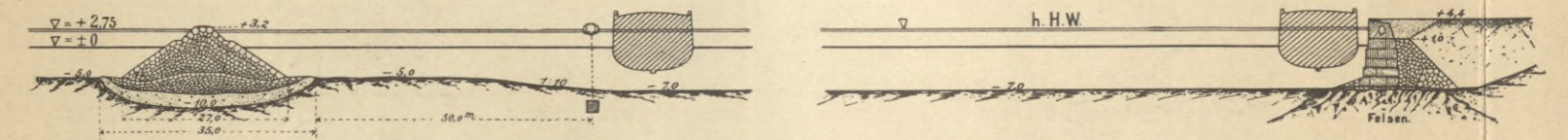
Bauwerke des Projektes der Firma G. Luther
von
Arnold und Waldorp.



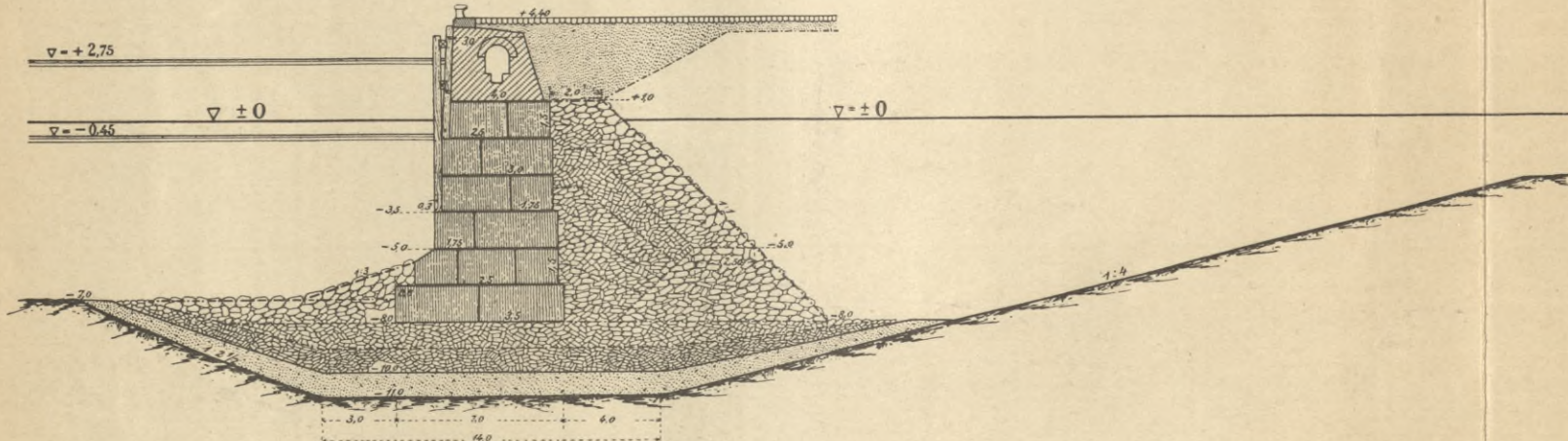
Hafendamm.



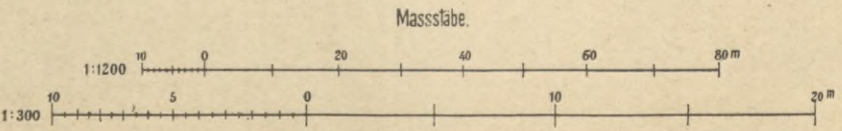
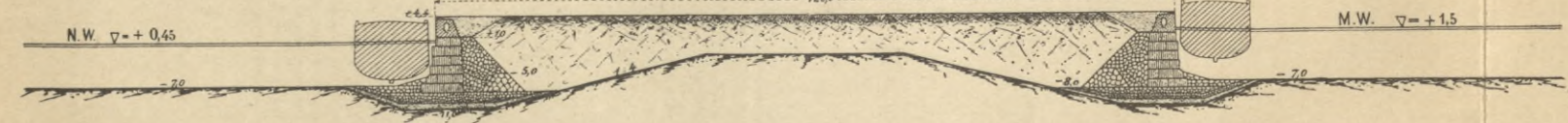
Einfahrt in den Hafen.



Ufermauer.

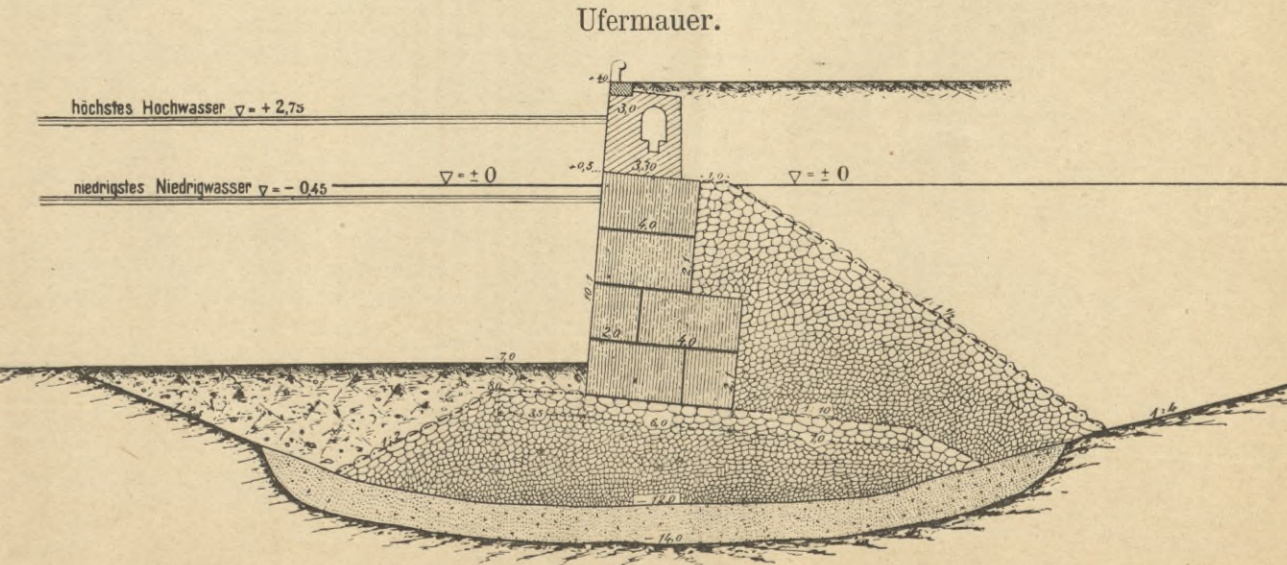
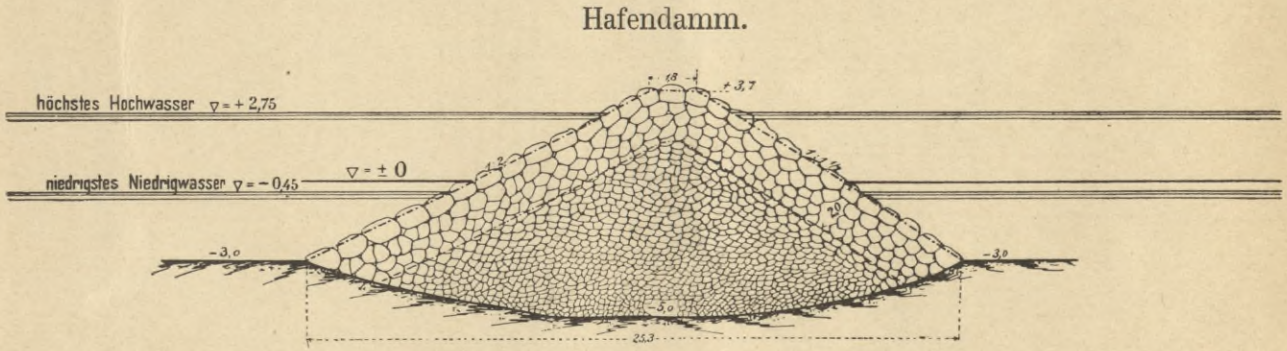
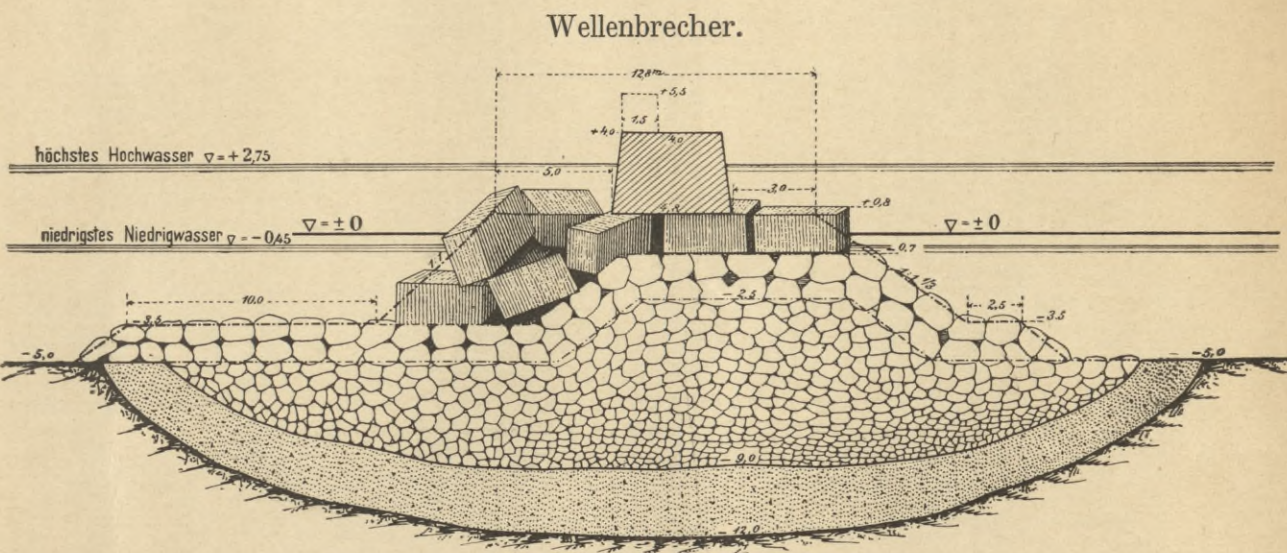


Hafenmole.



Prof. **Hans Arnold:**
Die Hafenanlage für Montevideo.

Bauwerke des Gegen-Projektes
von
Kummer und Guérard.



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

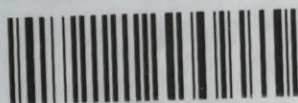


33519

L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305856